

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE

MESTRADO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS – MEP

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE ALGODÃO DA INDÚSTRIA TÊXTIL PARA A
PRODUÇÃO DE CORPOS FRUTÍFEROS DE *Pleurotus ostreatus* DSM 1833**

MARCOS HOLTZ

JOINVILLE - SC

2008

MARCOS HOLTZ

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE ALGODÃO DA INDÚSTRIA TÊXTIL PARA A
PRODUÇÃO DE CORPOS FRUTÍFEROS DE *Pleurotus ostreatus* DSM 1833

Dissertação de mestrado apresentada como
requisito para obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Processos na Universidade da
Região de Joinville – UNIVILLE.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elisabeth Wisbeck

JOINVILLE - SC

2008

Termo de Aprovação

“Utilização de resíduos de algodão da indústria têxtil para a produção de corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833”

por

Marcos Holtz

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos, área de concentração Engenharia de Processos e Tecnologias Limpas e aprovada em sua forma final pelo Programa de Mestrado em Engenharia de Processos.



Prof.ª Dra. Elisabeth Wisbeck
Orientadora (UNIVILLE)



Prof. Dr. Ozair Souza
Coordenador do Programa de Mestrado em Engenharia de Processos (UNIVILLE)

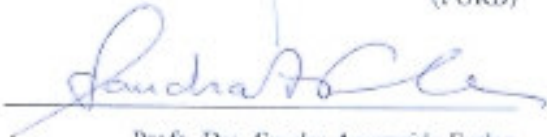
Banca Examinadora:



Prof.ª Dra. Elisabeth Wisbeck
Orientadora (UNIVILLE)



Prof.ª Dra. Márcia Brandão Palma
(FURB)



Prof.ª Dra. Sandra Aparecida Furlan
(UNIVILLE)

Joinville, 29 de agosto de 2008.

DEDICATÓRIA

A minha estimada e eterna oma **Amélia Cerruti** (em memória) pelos exemplos e ensinamentos de sobrevivência. Aos meus pais Albano e Irma e aos meus irmãos Renato, Giane, Neusa, Carlos e Marcelo por todo o amor, educação, honestidade, humildade e risos durante todos os nossos anos juntos.

AGRADECIMENTOS

Aos anjos de Deus, por fatos inexplicáveis, que me iluminam e estão cada vez mais presentes na forma de espírito e de carne.

A Professora Doutora Elisabeth Wisbeck por uma parceria de 4 anos rodeada de comprometimento, conhecimento, profissionalismo e ética na elaboração deste trabalho.

Ao Doutor Rudiberto Bauer (anjo) por uma convivência profissional alicerçada em ética, visão estratégica, inteligência, comunicação, amizade sincera e humildade que muitas vezes não podemos aprender através da teoria (livros) e sim presenciar com ações do dia-a-dia.

A todos os Professores e Alunos da 1ª turma do MEP pelo ensino teórico e prático, pelas trocas de experiências e orientações. Em especial a amiga, parceira de toda hora Ana Paula Kurek.

A indústria Döhler pelo fornecimento dos resíduos de algodão, pelas fotos e dados técnicos do processo e pela ajuda de custo nas mensalidades do MEP.

Aos responsáveis dos laboratórios do BIOTEC I (Micheli, Milena e Lesley), do LABCAL (Maria Aparecida), do NATRIUM QUÍMICA (César) e do FREITAG & WEINGÄRTNER (Patrick) pelo suporte e auxílio nas análises.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

Ao término de um período de decadência sobrevém o ponto de mutação. A luz poderosa que fora banida ressurge. Há movimento, mas este não é gerado pela força ... O movimento é natural, surge espontaneamente. Por essa razão, a transformação do antigo torna-se fácil. O velho é descartado, e o novo é introduzido. Ambas as medidas se harmonizam com o tempo, não resultando daí, portanto, nenhum dano.

I Ching

RESUMO: O Estado de Santa Catarina apresenta o segundo maior parque fabril têxtil do país, que corresponde aos processos de fiação, tecelagem, tingimento, acabamento e confecção. Os resíduos de algodão gerados pela indústria têxtil (cerca de 8% do total do algodão processado) nos processos de fiação e tecelagem são inconvenientes por ocuparem grandes espaços, possuírem baixa taxa de decomposição no solo e baixa inclusão em dietas de animais. *Pleurotus ostreatus*, quando cultivado em resíduos lignocelulósicos como, por exemplo, palha de bananeira, produz cogumelos (corpos frutíferos comestíveis de comprovado valor nutricional e medicinal). No presente trabalho o objetivo foi avaliar a utilização dos resíduos têxteis da fiação e da tecelagem, em diferentes proporções, para a produção de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 e comprovar o valor nutricional dos corpos frutíferos obtidos. Para tanto os parâmetros de produção como rendimento, eficiência biológica, tempo de colonização micelial, produtividade e perda de matéria orgânica foram avaliados para definir a fração de inóculo e a proporção de substratos. A proporção de substrato foi caracterizada antes e após o cultivo de *P. ostreatus* em termos de celulose, hemicelulose, lignina, digestibilidade e nutrientes digestíveis totais e ainda, os corpos frutíferos, bem como, o substrato antes e após o cultivo foram avaliados quanto aos teores de nitrogênio total, proteína bruta, fibra bruta, cinzas, gordura bruta, carboidratos, valor calórico e minerais. A fração de inóculo de 20% foi a que apresentou menor tempo de colonização micelial (10,5 dias) e maior produtividade (0,37 g/dia). O substrato de resíduos de algodão da fiação e da tecelagem na proporção 2:1 foi preferido por satisfazer as quantidades geradas desses resíduos na indústria têxtil. Este substrato apresentou 75,45% de celulose, 8,94% de hemicelulose e 5,27% de lignina. O substrato após o cultivo teve um aumento na digestibilidade de 25,3%. Os corpos frutíferos resultaram em alimento de valor nutricional comprovado com 16,47% de proteína bruta, 15,52% de fibra bruta, 3,9% de gordura, 40% de carboidratos, 2,36% de potássio e 1% de fósforo. Devido a isso os resíduos de algodão da indústria têxtil podem ser considerados substratos potenciais para a produção de corpos frutíferos de *P. ostreatus*.

ABSTRACT: The State of Santa Catarina presents the second biggest textile industrial park in Brazil, that corresponds to the processes of spinning, weaving, dyeing, finishing and manufacturing of clothes. The waste generated by the cotton textile industry (about 8% of all processed cotton) in the processes of spinning and weaving are inconvenient because they use big spaces, have low rates of decomposition in the soil and are poorly included in animal diets. *Pleurotus ostreatus*, when cultivated in lignocellulosic waste, such as banana straw, produce mushrooms (edible fruiting with nutritional and medicinal value). This work aimed to evaluate the use of textile waste of spinning and weaving in different proportions, in the production of *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 and to demonstrate the nutritional value of fruiting bodies obtained. For that, the parameters of production like yield, biological efficiency, mycelial colonization time, productivity and loss of organic matter were evaluated to define the inoculation ratio and the substrates proportion. The substrate proportion was characterized before and after the cultivation of *P. ostreatus* in terms of cellulose, hemicellulose, lignin, digestibility and total digestible nutrients. The fruiting bodies and the substrate were evaluated before and after the cultivation to determine the content of total nitrogen, crude protein, crude fiber, ashes, total fat, carbohydrates, caloric value and minerals. 20% inoculation ratio presented the lowest mycelial time colonization (10.5 days) and highest productivity (0.37 g/day). The 2:1 proportion (substrate of waste cotton spinning and weaving) was preferred because it satisfied the quantity of waste generated in textile industry. This substrate presented 75,45% cellulose, 8,94% hemicellulose and 5,27% lignin. The substrate after cultivation had an increase in digestibility of 25.3%. The fruiting bodies resulted in food with nutritional value: 16.47% crude protein, 15.52% crude fiber, 3.9% fat, 40% carbohydrates, 2.36% potassium and 1% phosphorus. Then, the wastes of cotton from the textile industry can be considered potential substrates for the production of fruiting bodies of *P. ostreatus*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição média do caroço de algodão com e sem línter.....	24
Tabela 2 – Composição química da torta de algodão obtida pelo método de extração mecânico.....	25
Tabela 03 – Proporções das misturas dos resíduos da fiação e tecelagem e as frações de inóculo de <i>Pleurotus ostreatus</i> , utilizadas nos experimentos.....	44
Tabela 4 – Parâmetros produtivos de diferentes espécies de <i>Pleurotus</i> cultivado em diversos substratos.....	58
Tabela 5 – Composição de cogumelos comestíveis em termos de proteína bruta, gordura bruta, carboidratos, fibra bruta e cinzas, cultivados em diferentes substratos.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Unidade de celulose.....	18
Figura 2 – Capulho fechado e aberto do algodão, respectivamente.....	20
Figura 3 – Corte transversal da fibra de algodão.....	21
Figura 4 – Algodoeira para o beneficiamento do algodão.....	22
Figura 5 – Exemplo de serras circulares.....	23
Figura 6 – Produção de algodão em caroço e fibras da safra 2006/2007.....	24
Figura 7 – Forma estrutural do gossipol.....	26
Figura 8 – Fardos de resíduo de algodão.....	28
Figura 9 – Fluxograma do processo produtivo têxtil.....	29
Figura 10 – Resíduo de algodão gerado na tecelagem.....	30
Figura 11 – Estrutura química de um azo corante.....	31
Figura 12 – Estrutura de um corante direto.....	32
Figura 13 – Estrutura de um corante branqueador.....	33
Figura 14 – Potencial de interação e utilização de fungos.....	34
Figura 15 – Diagrama da função desempenhada pelas enzimas degradadoras de materiais lignocelulósicos através da morfogênese dos basidiomicetos.....	35
Figura 16 – Corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i>	36
Figura 17 – <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivado em pacotes plásticos.....	38
Figura 18 – Etapas do processo de cultivo de <i>Pleurotus</i>	38
Figura 19 – Rendimento (R), Eficiência Biológica (EB), Perda de Matéria Orgânica (PMO) e Tempo de colonização micelial (tc), obtidos com <i>P. ostreatus</i> DSM 1833 cultivados em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem na proporção (1:1), com 10 e 20% de fração de inóculo. As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão. As letras (a) e (b) indicam a existência ou não de diferenças significativas entre os experimentos de 10 e 20% de inóculo, pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.....	53
Figura 20 – Produtividades (Pr) obtidas com <i>P. ostreatus</i> DSM 1833 cultivados em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem na proporção (1:1), com 10 e 20% de fração de inóculo. As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. As letras (a) e (b) indicam a existência ou não de diferenças significativas entre os experimentos de 10 e 20% de inóculo, pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.....	54
Figura 21 – Rendimento (%) obtido com <i>P. ostreatus</i> DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.....	55
Figura 22 – Eficiência biológica (%) obtida com <i>P. ostreatus</i> DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.....	56
Figura 23 – Tempo de colonização micelial (tc) obtido com <i>P. ostreatus</i> DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.....	58
Figura 24 – Produtividades obtidas com <i>P. ostreatus</i> DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.....	59

Figura 25 – Perda de matéria orgânica (%) obtida com <i>P. ostreatus</i> DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5 %	60
Figura 26 – Teor de celulose (%), hemicelulose (%) e lignina (%) para o substrato (2:1) antes e após o cultivo de <i>P. ostreatus</i>.....	61
Figura 27 – Teor de digestibilidade (%), nutrientes digestíveis totais (%) e fibra bruta (%) para o substrato (2:1) antes e após o cultivo de <i>P. ostreatus</i>.....	63
Figura 28 – Caracterização do substrato constituído por 67 % de resíduo têxtil da fiação e 33 % de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), em termos de nitrogênio total (%), cinzas (%) e proteína bruta (%), antes e após o cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>, com 20 % de fração de inóculo em um fluxo produtivo.....	65
Figura 29 – Caracterização do substrato constituído por 67 % de resíduo têxtil da fiação e 33 % de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), em termos de valor calórico (Kcal/100g), carboidratos (%) e gordura bruta (%), antes e após o cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>, com 20 % de fração de inóculo em um fluxo produtivo.....	67
Figura 30 – Caracterização do substrato constituído por 67 % de resíduo têxtil da fiação e 33 % de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), em termos de macrominerais (a) e microminerais (b), antes e após o cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>, com 20 % de fração de inóculo em um fluxo produtivo.....	68
Figura 31 – Composição dos corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivado em substrato constituído por 67 % de resíduo têxtil da fiação e 33 % de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), com 20 % de fração de inóculo em um fluxo produtivo, em termos de nitrogênio total (%), proteína bruta (%), cinzas (%), fibra bruta (%), gordura bruta (%), carboidratos (%) e valor calórico (Kcal/100g).....	69
Figura 32 – Caracterização dos corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivados em substrato composto por 67 % de resíduo têxtil da fiação e 33 % de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), com 20 % de fração de inóculo em um fluxo produtivo, em termos de macrominerais (a) e microminerais (b).....	72

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 GERAL.....	16
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
3 REVISÃO.....	17
3.1 COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS.....	17
3.2 ALGODÃO.....	19
3.2.1 Cultura do algodão.....	19
3.2.2 Fibra de algodão.....	20
3.2.3 Beneficiamento.....	22
3.2.4 Produção de algodão.....	23
3.2.5 Subprodutos.....	24
3.2.6 Propriedades medicinais.....	26
3.3 INDÚSTRIA TÊXTIL.....	26
3.3.1 Relação entre China e Brasil.....	27
3.3.2 Processo Produtivo.....	27
3.3.2.1 Corantes.....	31
3.4 FUNGOS.....	33
3.4.1 Fungos do gênero Pleurotus.....	35
3.4.2 Cultivo de Pleurotus.....	37
3.4.2.1 Substrato pós-colheita.....	39
3.4.3 Importância nutricional.....	40
3.4.4 Potencial terapêutico.....	41
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4.1 MICRORGANISMO E MANUTENÇÃO.....	43
4.2 PREPARO DO INÓCULO.....	43
4.3 SUBSTRATO UTILIZADO NOS EXPERIMENTOS.....	43
4.4 CONDIÇÕES DE CULTIVO E COLHEITA DOS CORPOS FRUTÍFEROS.....	45

4.5 MÉTODOS DE CÁLCULO DO DESEMPENHO DO CULTIVO.....	46
4.5.1 Rendimento (R).....	46
4.5.2 Eficiência biológica (EB).....	46
4.5.3 Perda de matéria orgânica (PMO).....	46
4.5.4 Tempo de colonização micelial (tc).....	47
4.5.5 Produtividade (Pr).....	47
4.6 METODOLOGIA ANALÍTICA.....	47
4.6.1 Preparo das amostras para análise.....	48
4.6.2 Resíduo mineral fixo (Cinzas).....	48
4.6.3 Matéria orgânica.....	48
4.6.4 Hemicelulose.....	48
4.6.5 Lignina.....	49
4.6.6 Celulose.....	49
4.6.7 Digestibilidade.....	49
4.6.8 Nutrientes digestíveis totais.....	50
4.6.9 Fibra Bruta.....	50
2.6.10 Nitrogênio total.....	50
2.6.11 Proteína bruta.....	51
4.6.12 Carboidratos.....	51
4.6.13 Gordura bruta	52
4.6.14 Valor calórico total.....	52
4.6.15 Minerais.....	52
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	52
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
5.1 AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO DE INÓCULO.....	53
5.2 AVALIAÇÃO DAS PROPORÇÕES DOS SUBSTRATOS.....	55
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO SUBSTRATO ANTES E APÓS O CULTIVO.....	61
5.3.1 Celulose, hemicelulose e lignina.....	61
5.3.2 Digestibilidade, nutrientes digestíveis totais e fibra bruta.....	62
5.3.3 Nitrogênio total, proteína bruta e cinzas.....	64
5.3.4 Valor calórico, carboidratos e gordura bruta.....	66
5.3.5 Minerais.....	68
5.4 COMPOSIÇÃO DOS CORPOS FRUTÍFEROS.....	69
CONCLUSÕES.....	75
A fração de inóculo de 20% foi a que apresentou menor tempo de colonização micelial (10,5 dias) e maior produtividade (0,37 g/dia).....	75
O substrato constituído por 67% de resíduo da fiação e 33% de resíduo da tecelagem, ou seja, na proporção (2:1), apesar de não apresentar diferenças significativas de eficiência biológica, tempo de colonização micelial e produtividade com as demais proporções, foi preferido, devido ao fato de que na indústria têxtil o resíduo da fiação é gerado em quantidades maiores que o resíduo da tecelagem.....	75
Os parâmetros de produção obtidos com os resíduos de algodão da indústria têxtil são similares aos encontrados utilizando-se resíduos agroindustriais, comumente utilizados para o cultivo de cogumelos.....	75
O substrato na proporção (2:1) (resíduo de fiação: resíduo de tecelagem) antes do cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>, apresentou maior teor de celulose (75,45%), seguido de hemicelulose (8,94%) e lignina (5,27%) e após o cultivo a maior degradação foi verificada na lignina (58,82%).....	75
Após o cultivo de <i>P. ostreatus</i> houve um aumento de 25,3% na digestibilidade do substrato contendo ainda 54,88% de fibra bruta e 4,9% de proteína bruta, podendo vir	

a ser utilizado como suplemento de ração animal ou como substrato para a produção de fungos decompositores secundários, como por exemplo, o gênero <i>Agaricus</i>	75
Os minerais Ca, Mg, K, P, Fe, Na e Mn sofreram redução no substrato após o cultivo de <i>P. ostreatus</i> sendo bioacumulados nos corpos frutíferos.....	75
Os corpos frutíferos de <i>P. ostreatus</i> apresentaram maior afinidade por potássio (2,36%) e fósforo (1,00%) que foram encontrados em maior quantidade que os demais minerais (Ca, Mg, Fe, Na, Zn e Mn).....	75
<i>Pleurotus ostreatus</i> cultivados em resíduos de algodão da indústria têxtil apresentaram 16,47% de proteína bruta, 15,52% de fibra bruta, 6,44 de cinzas, 3,9% de gordura bruta, 40% carboidratos e 289,3 Kcal/100g de valor calórico. Estes valores estão de acordo com os encontrados na literatura para diferentes espécies de <i>Pleurotus</i> cultivados em diversos resíduos agroindustriais, conferindo ao resíduo de algodão da indústria têxtil potencialidade na produção de corpos frutíferos de <i>P. ostreatus</i> com valor nutricional.....	76
PERSPECTIVAS.....	77
ANEXOS.....	88

1 INTRODUÇÃO

Com a abertura do mercado consumidor mundial, rápidas mudanças vêm exigindo das empresas maior racionalização, competitividade e modernização, em busca de produtos com qualidade, menor custo e ecologicamente corretos. A indústria têxtil nacional vem sendo afetada por estas mudanças. A China, que produz atualmente apenas 17% dos produtos têxteis mundiais, já está ocasionando fechamento de indústrias, diminuição de vendas no mercado internacional e também no mercado nacional. As indústrias têxteis respondem hoje por aproximadamente 25% do valor da transformação industrial catarinense, sendo localizado seu complexo têxtil no Vale do Itajaí e no norte e noroeste do Estado, nos municípios de Joinville e Jaraguá do Sul, respectivamente.

Nos diversos processos da indústria têxtil são gerados diferentes tipos de resíduos com diferentes composições químicas. Os resíduos de algodão secos gerados na fiação e na

tecelagem equivalem a aproximadamente 8% do total do algodão processado e a 280 g/dia em um tear felpudo, respectivamente, sendo, até então, pouco explorados. No entanto, são ricos em energia, apresentando, porém, baixa taxa de decomposição no solo e baixa taxa de inclusão em dietas de animais, necessitando estudos mais aprofundados para viabilizar sua utilização. Os resíduos de algodão são inconvenientes por ocuparem grandes espaços físicos e representarem um sério problema para a indústria têxtil, devido ao grande excedente acumulado nos aterros industriais, o que diminui consideravelmente a vida útil dos mesmos. Sua utilização como fonte de combustível para caldeiras gera gases tóxicos, necessitando filtros especiais, de custo elevado.

Uma alternativa para utilizar grandes quantidades de resíduos de algodão, de forma “ecologicamente correta” seria na produção de cogumelos comestíveis. O cultivo de cogumelo pode representar uma importante forma de aproveitamento de resíduos agroindustriais, contribuindo para geração de empregos, produção de alimentos nutricionalmente saudáveis e minimização de problemas ambientais, principalmente, pelo depósito de resíduos de lenta decomposição no ambiente.

O gênero *Pleurotus* tem se mostrado eficiente na degradação de resíduos lignocelulósicos. São fungos saprófitas, degradadores de madeira, encontrados principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, tendo o Brasil, portanto, um clima propício para seu desenvolvimento. A espécie *Pleurotus ostreatus* colonizada em resíduos agroindustriais como, por exemplo, resíduo de algodão, palha de bananeira e casca de banana, resulta em corpos frutíferos comestíveis com sabor característico agradável e comprovado valor nutricional e medicinal.

O papel de decompor e reciclar materiais é uma das contribuições mais importantes dos fungos na natureza. Levando em consideração esta característica, vários pesquisadores estudam o desenvolvimento de processos tecnológicos para o tratamento e/ou reaproveitamento de resíduos. Em especial, sua capacidade de decompor matéria orgânica, tem despertado o interesse no uso destes organismos para agregação de valor a resíduos e subprodutos agrícolas e agroindustriais.

Com base no exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de resíduos de algodão da fiação e da tecelagem, provenientes da indústria têxtil, para a produção de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833, e comprovar o valor nutricional dos corpos frutíferos obtidos. A aplicação dos resultados deste trabalho pode contribuir para a minimização de um problema ambiental das indústrias têxteis que geram este resíduo de algodão em grandes quantidades.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Avaliar a utilização de resíduos de algodão da fiação e tecelagem em diferentes proporções, proveniente de indústria têxtil, para a produção de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 e comprovar o valor nutricional dos corpos frutíferos.

2.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar o rendimento, eficiência biológica, perda de matéria orgânica, tempo de colonização micelial e produtividade no cultivo de *Pleurotus ostreatus* em resíduos de algodão da indústria têxtil na proporção (1:1) (50% de resíduo da fiação e 50% de resíduo da tecelagem) com 10 ou 20% de fração de inóculo.
- Avaliar o rendimento, eficiência biológica, perda de matéria orgânica, tempo de colonização micelial e produtividade no cultivo de *Pleurotus ostreatus* em resíduos de algodão de indústria têxtil, nas proporções (1:0) 100% de resíduo da fiação, (0:1) 100% de resíduo da tecelagem, (1:1) 50% de resíduo da fiação e 50% de resíduo da tecelagem, (2:1) 67% de resíduo da fiação e 33% de resíduo da tecelagem e (1:2) 33% de resíduo da fiação e 67% de resíduo da tecelagem.
- Caracterizar o resíduo de algodão antes e após o cultivo de *Pleurotus ostreatus* em termos de hemicelulose, lignina, celulose, digestibilidade, nutrientes digestíveis totais, cinzas, fibra bruta, nitrogênio total, proteína bruta, gordura bruta, carboidratos, valor calórico e minerais.
- Caracterizar os corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* produzidos em substrato de algodão em termos de nitrogênio total, proteína bruta, cinzas, fibra bruta, gordura bruta, carboidratos, valor calórico e minerais.

3 REVISÃO

3.1 COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS LIGNOCELULÓSICOS

Os materiais lignocelulósicos são constituídos por celulose, hemicelulose, lignina e sais minerais, sendo a celulose (cerca de 50%) mais abundante. A hemicelulose apresenta-se na forma de polímeros ramificados com menor massa molar que a celulose e representa em torno de 20%. A lignina é composta basicamente de unidades de fenilpropano, formando uma

macromolécula tridimensional e amorfa, sendo cerca de 20 a 30% do material lignocelulósico (ESPOSITO e AZEVEDO, 2004).

A celulose é um polímero linear constituído pela combinação de milhares de unidades de glicose anidra. Embora a glicose, um açúcar simples, seja solúvel em água, a celulose não o é em virtude do imenso tamanho da macromolécula. A celulose é um carboidrato que contém 44,4% de carbono, 6,2% de hidrogênio e 49,4% de oxigênio (AGUIAR NETO, 1996). Cada unidade repetitiva é igual a 2 unidades de glicose anidra, conforme pode ser observado na Figura 1.

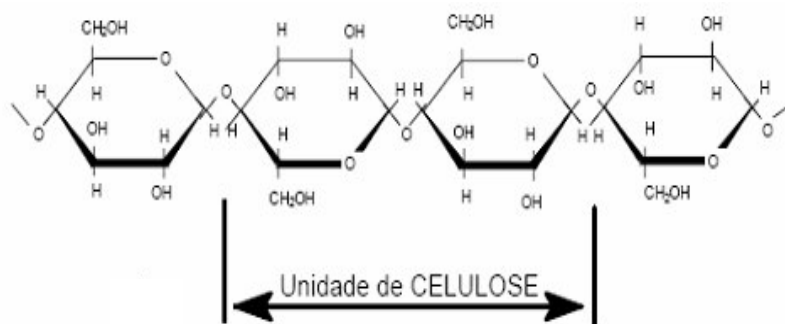


Figura 1 – Unidade de celulose.
Fonte: AGUIAR NETO (1996).

Rajarithanam e Bano (1989) explicam que a hemicelulose é formada por várias hexoses, pentoses, ácidos urônicos e outros açúcares menores. A lignina, composto mais resistente de plantas, juntamente com a hemicelulose, envolve as fibras celulósicas, formando uma barreira física que dificulta a atividade das enzimas celulolíticas, restringindo o ataque à superfície externa do resíduo (RAJARATHNAM *et al.*, 1998).

Segundo Sturion (1994), a palha das folhas de bananeira apresenta cerca de 15,37% de lignina, 20,1% de hemicelulose e 34,13% de celulose.

Almeida (2001) caracterizando o resíduo de algodão da indústria têxtil obteve a seguinte composição química: 91,76% de matéria seca, 1,22% de proteína bruta, 94,40% de fibra em detergente neutro, 91,34% de fibra em detergente ácido, 89,59% de celulose, 3,06% de hemicelulose, 1,77% de lignina, tendo como característica deste resíduo a elevada fração fibrosa, composta, principalmente de celulose. Porém, tal carboidrato apresenta degradação limitada requerendo tratamentos específicos para sua biodisponibilização.

Conner e Richardson (1987), estudando o resíduo de algodão do beneficiamento têxtil, que obtém fibrilas aderidas na semente, associaram o grande volume produzido à baixa taxa de decomposição no solo e à baixa taxa de inclusão em dietas de animais e viram a necessidade de estudos mais aprofundados para viabilizar sua utilização.

3.2 ALGODÃO

O algodoeiro, planta da família das malváceas, é conhecido desde 3000 anos a.C., sendo que há 1500 anos a.C. já era cultivado na Índia para fabricação de tecidos. Na América, o algodão já era utilizado pelos índios, que não só sabiam domesticar e cruzar variedades básicas da planta, mas também tinham técnicas de colheita, fiação, tintura e tecelagem. Portanto, quando o Brasil foi descoberto, o algodão já era cultivado, fiado e tecido (PASSOS, 1977).

Essa cultura representa mundialmente mais de 40% da vestidura da humanidade, no Brasil representa mais de 60% dos insumos têxteis, já nos Estados Unidos da América 65% (ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2003).

3.2.1 Cultura do algodão

Atualmente são cultivados no mundo dois tipos diferentes de algodão: o arbóreo e o herbáceo. O algodão arbóreo é aquele que parece uma árvore mediana de cultivo permanente. Já a espécie herbácea (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch) é um arbusto de cultivo anual. Das 50 espécies classificadas, 17 são endêmicas da Austrália, seis do Havaí, e uma do nordeste brasileiro. Cerca de 90% das fibras de algodão comercializadas no mundo são provenientes da espécie *Gossypium hirsutum* (BALLAMINUT, 2007).

De acordo com Ballaminut (2007) a taxonomia do algodão é:

Divisão: Embriophita sifanogamae
 Subdivisão: Fanerogamae ou espermatophita
 Filo: Angiospermae
 Classe: Dicotyledoneae
 Subclasse: Archichlamidae
 Ordem: Malvales
 Família: Malvaceae
 Tribo: Hibisceae
 Gênero: *Gossypium*
 Espécie: *Gossypium hirsutum*
 Raça: *G. hirsutum latifolium*

Segundo Menezes (2002) o algodoeiro é uma planta cultivada nas zonas quentes de quase todo o mundo. Suas folhas são divididas em três ou cinco lóbulos, as flores são solitárias e vistosas, com cinco pétalas de cor amarela ou branca, cada uma delas com uma mancha de cor púrpura na sua base. O fruto é uma cápsula ovóide, também chamado de capulho, de cinco a seis centímetros, com várias sementes cobertas por uma fibra de cor branca, conforme mostra a Figura 2.



Figura 2 – Capulho fechado e aberto do algodão, respectivamente.
Fonte: MENEZES (2002).

3.2.2 Fibra de algodão

A fibra do algodão desenvolve-se na epiderme, a parede mais externa da semente. Cada fibra é formada pelo crescimento de uma única célula dessa epiderme, que se alonga inicialmente até seu comprimento médio de 35 mm. Esse crescimento é de cerca de 1 mm por dia até alcançar seu tamanho final, que é determinado pela capacidade genética da planta e pelas condições do meio. Em seguida, a parede celular vai engrossando pela deposição de anéis de celulose nas camadas internas, que demora de 65 a 70 dias, quando ocorre, então, a abertura do capulho (MALUF e KOLBE, 2003).

As fibras de algodão são compostas por uma cutícula externa, uma parede primária, uma parede secundária e um canal chamado lúmen conforme representado na Figura 3.

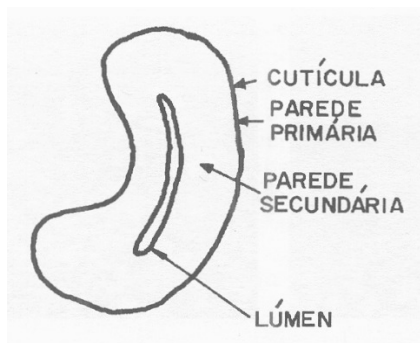


Figura 3 – Corte transversal da fibra de algodão.

Fonte: AGUIAR NETO (1996).

A cutícula é uma membrana externa que envolve a fibra, sendo constituída por cerca de 3% de fibrilas. A parede primária apresenta uma estrutura espiralada, formada principalmente por celulose impura. A parede celular (secundária) compõe-se, essencialmente, de celulose depositada em camadas concêntricas ao longo e em torno da membrana primária. O lúmen encerra os restos do citoplasma e o núcleo que são os responsáveis diretos pelo crescimento da fibra. Apresenta largura e conformação variadas e as substâncias nitrogenadas, nele existentes, favorecem o desenvolvimento de fungos e bactérias causando a descoloração e diminuindo sensivelmente a resistência da fibra, chegando a apodrecê-la (AGUIAR NETO, 1996).

De acordo com Maluf e Kolbe (2003) as moléculas de celulose formam pequenos feixes de cadeias moleculares, que se combinam em grupos para compor as fibras de celulose. As fibras vegetais são classificadas em fibras de sementes e fibras duras. O principal componente da fibra de algodão é a celulose, que representa cerca de 94% de sua composição química. Segundo BMF (2006) a composição química determinada em fibra de algodão em base seca é:

Celulose	94,0 %
Proteínas (N x 6,25)	1,3 %
Substâncias pécicas	0,9 %
Cinzas	1,2 %
Cera	0,6 %
Ácidos málico, cítrico, etc.....	0,8 %
Açúcares redutores totais.....	0,3 %
Não dosados	0,9 %

3.2.3 Beneficiamento

O beneficiamento do algodão é uma operação prévia à industrialização têxtil, e consiste na separação da fibra das sementes por processos mecânicos, buscando-se manter, sempre, as qualidades intrínsecas da fibra e conferir ao algodão bom tipo comercial (de cor branca, poucas impurezas, fibras longas etc.) (FREIRE, 2007). Mangialardi *et al.* (1994) afirmam que a falta de cuidado na colheita, no armazenamento e no transporte, poderá proporcionar incremento de sujeira no algodão em caroço, introduzindo materiais estranhos, indesejáveis no processo de beneficiamento. Dentre eles, destaca-se o refugo (“trash/g”) que são partículas de casca de semente ou folhas de algodoeiro, cuja presença provoca ruptura de fios nas fiações, comprometendo a produtividade das máquinas e a qualidade dos tecidos. Segundo Silva *et al.* (2007a) a colheita mecanizada é o principal processo que ocasiona o aumento da quantidade de sujeira “trash/g” na fibra de algodão.

O processo de beneficiamento envolve, além do descaroçamento, uma série de etapas prévias e subseqüentes a este processo específico, as quais devem estar perfeitamente dimensionados e trabalhando em sincronia. A eficiência de uma algodoeira (Figura 4) é a soma das operações de todos os processos, ou seja, cada etapa desempenha papel importante na proteção e preservação da fibra (SILVA *et al.*, 2006).

Figura 4 – Algodoeira para o beneficiamento do algodão.
Fonte: FREIRE (2007).

Uma algodoeira abrange os seguintes processos ou etapas: desmanche do fardo, separadores gravimétricos, torres secadoras, batedores de rolo, extrator alimentador, descaroçador, limpadores de fibras, condensador, bica, restauração da umidade, calcador e prensa hidráulica.

Dentre estes processos o descaroçador é o coração de uma usina de beneficiamento de algodão. A Figura 05 mostra que os descaroçadores são equipamentos que realizam a separação da fibra das sementes através de serras circulares (COLUMBUS *et al.*, 1994). O número de serras circulares varia de acordo com o fabricante, podendo chegar até 200 serras de diâmetro de 12 polegadas, com uma rotação aproximada de 650 rpm (CANDELORO, 2007).

Figura 5 – Exemplo de serras circulares.
Fonte: AGUIAR NETO (1996).

3.2.4 Produção de algodão

A produção mundial de algodão em 2007/08 foi estimada em 25,1 milhões de toneladas de algodão em fibras (beneficiado), com área aproximada de 33 milhões de hectares cultivados, com uma demanda de consumo estimado em 26,7 milhões de toneladas, sendo China, Índia, Estados Unidos, Paquistão e Brasil os maiores produtores (ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 2007).

Nos últimos 15 anos o algodão tornou-se uma das grandes forças do agro-negócio brasileiro. Segundo o levantamento de safra realizado pela CONAB (2007) a produção brasileira de algodão em caroço/fibras, respectivamente, em 2006/07 está dividida em 1.019,9/398,8 mil ton para a região nordeste, 2.226,5/864,7 mil ton para a região centro oeste, 178,3/67,3 mil ton para a região sudeste e 33,6/12,1 mil ton para a região sul, somando um montante de 3.458,3/13429 mil ton de algodão/ano no Brasil (Figura 6).

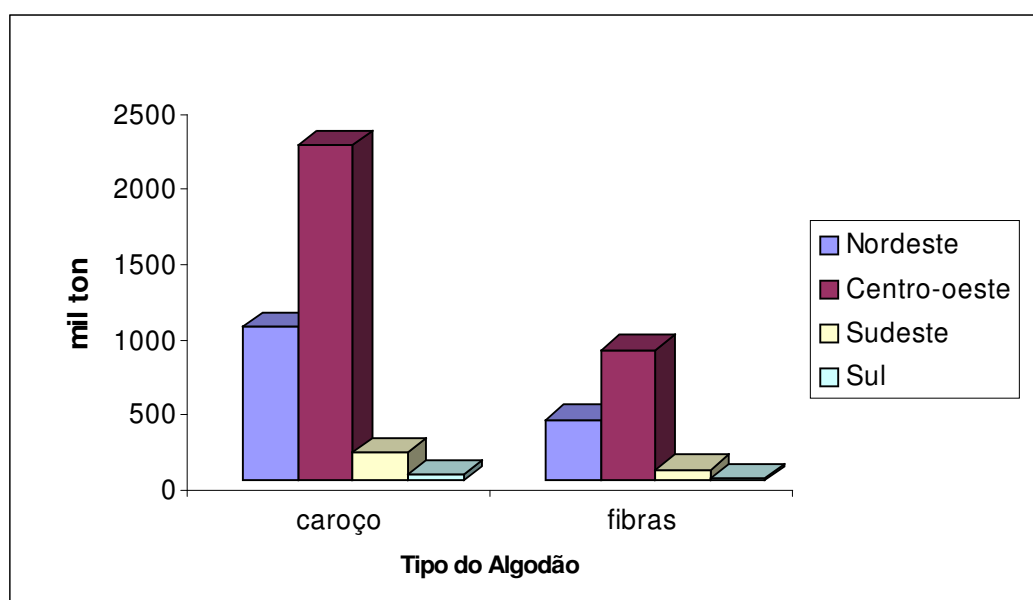


Figura 6 – Produção de algodão em caroço e fibras da safra 2006/2007.
Fonte: CONAB (2007).

3.2.5 Subprodutos

Do beneficiamento dos capulhos do algodão são obtidos 37 a 43% de fibra e 57 a 63% de caroço. A fibra é utilizada na indústria têxtil através do processo conhecido como fiação. O caroço também é processado industrialmente, originando 5,5% de línter, 15,2% de óleo bruto, 47,7% de torta, 25,7% de casca e 5% de resíduo (FERREIRA e FREIRE, 2007).

O algodoeiro não é somente uma planta fibrosa, mas também, produtora de proteína de qualidade, podendo funcionar como suplemento protéico na alimentação animal e humana, na ausência do gossipol (EMBRAPA ALGODÃO, 2006).

Segundo Beltrão *et al.* (2007) os subprodutos do algodão podem ser classificados como primários (línter, casca e semente), secundários (farinha integral, óleo bruto, torta e farelo), terciários (óleo refinado, borra e farinha desengordurada) e até em potencial (biodiesel).

A semente ou caroço é o subproduto do beneficiamento e/ou descaroçamento, visando a separação da fibra. A semente, coberta com línter (fibras curtas) é rica em óleo, contém em média 60% de caroço e 40% de fibra. A amêndoa liberada com a quebra das cascas, possui de 30% a 40% de proteínas e de 35% a 40% de lipídios (EMBRAPA ALGODÃO, 2006). Na Tabela 1, pode-se verificar a composição média do caroço de algodão com e sem línter.

Tabela 1 – Composição média do caroço de algodão com e sem línter.

Item	Caroço de algodão	
	Integral	Sem línter
Proteína bruta (%)	22,5	25
Fibra em detergente ácido (%)	38,8	26
Fibra em detergente neutro (%)	47,2	37
Fibra bruta (%)	29,5	17,2
Cinzas (%)	3,8	4,5
Cálcio (%)	0,14	0,12
Magnésio (%)	0,35	0,41
Fósforo (%)	0,56	0,54
Potássio (%)	1,14	1,18
Sódio (%)	0,008	0,01
Ferro (mg/kg)	50	108
Manganês (mg/kg)	15	14

Molibdênio (mg/kg)	1,6	-
Zinco (mg/kg)	33	36

Fonte: Modificado de CHERRY e LEFFLER (1984).

A torta de algodão, obtida após a extração do óleo através do método mecânico, pode ser usada como fertilizante, na indústria de corantes, na alimentação animal e na fabricação de farinhas alimentícias, após desintoxicação, entretanto, sua principal aplicação reside na elaboração de rações animais, devido ao seu alto valor protéico (BELTRÃO *et al.*, 2007). Verifica-se na Tabela 2 a composição química da torta.

Tabela 2 – Composição química da torta de algodão obtida pelo método de extração mecânico.

Item	Torta
Matéria seca (%)	92,3
Proteína bruta (%)	46,1
Fibra bruta (%)	11,4
Cinzas (%)	7,2
Cálcio (%)	0,21
Magnésio (%)	0,65
Fósforo (%)	1,14
Potássio (%)	1,68
Sódio (%)	0,007
Enxofre (%)	0,43
Ferro (mg/kg)	106
Manganês (mg/kg)	18,7
Molibdênio (mg/kg)	2,4
Zinco (mg/kg)	62,8

Fonte: Modificado de COTTON SEED FEED PRODUCTS GUIDE (2007).

As cascas dos caroços do algodão, segundo Beltrão *et al.* (2007), por muito tempo considerado como resíduo inaproveitável, e apenas usado como combustível (queima), apresenta hoje inúmeras aplicações industriais, apesar de possuir pouca proteína. Têm sido principalmente usadas na elaboração de rações ou como adubo e têm em sua composição química: 8,7% de água, 2,6% cinza, 3,5% proteína bruta, 46,2% hidrato de carbono, 1,0% matéria graxa, 12,4% nitrogênio.

O gossipol, de fórmula molecular $C_{30}H_{30}O_8$ e de forma estrutural mostrada na Figura 7, é um pigmento natural, polifenólico, com grande variedade de cores (púrpura, laranja, azul, verde) que está confinada principalmente nas glândulas existentes na semente do algodão (POLINUTRI, 2007). É um composto potencialmente tóxico que induz sinais clínicos graves no homem e nos animais monogástricos, tais como edemas pulmonares e hemorragias

hepáticas, tornando-se um composto indesejável na alimentação humana (EMBRAPA II ALGODÃO, 2006).

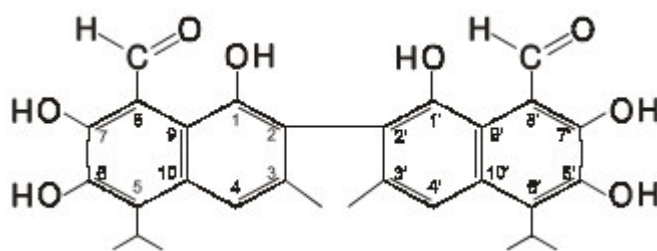


Figura 7 – Forma estrutural do gossipol

Fonte: JORGE *et al.* (2007).

A concentração de gossipol nas sementes de algodão varia amplamente com os genótipos da planta. O teor mais comumente encontrado na semente está entre 0,6 e 2% (JORGE *et al.*, 2007). Beltrão *et al.* (2007) afirmam que com o avanço tecnológico, alcançado atualmente, há possibilidades de surgirem cultivares sem teores de gossipol.

Segundo Moreira *et al.* (2006) a inclusão de até 12% de farelo de algodão com 36% de proteína bruta em rações balanceadas para leitões (15 a 30Kg) não prejudica o desempenho desses animais.

3.2.6 Propriedades medicinais

Segundo Pamplona (2000) o algodão “não somente nos cobre, mas também nos defende contra muitas enfermidades”. As folhas, flores, sementes e a casca da raiz são as partes utilizadas. As sementes do algodoeiro contêm 20% de óleo rico em ácidos graxos poli insaturados, recomendáveis para quem tem excesso de colesterol no sangue. As folhas das flores são ricas em mucilagens e têm propriedades emolientes e peitorais. A casca da raiz contém substâncias de ação ocitócica que estimulam as contrações uterinas.

3.3 INDÚSTRIA TÊXTIL

A indústria têxtil tem papel importante na maioria dos países, sendo um dos segmentos industriais de maior tradição. Dentre todos os segmentos, ela é responsável por grande parte da economia dos países desenvolvidos, sendo o “carro-chefe” nos países emergentes (FORGIARINI, 2006).

A cadeia produtiva têxtil reúne fiação, tecelagem, malharia, acabamento, beneficiamento e confecção e vem passando por muitas transformações recentes, destacando-se especialmente aquelas relacionadas com as mudanças tecnológicas, que permitiram expressivos incrementos de produtividade (GORINI, 2000).

Segundo Forgiarini (2006), o complexo têxtil do Estado de Santa Catarina está localizado no Vale do Itajaí, mais especificamente em Blumenau e Brusque, e no norte e noroeste do Estado, nos municípios de Joinville e Jaraguá do Sul. As indústrias têxteis respondem hoje por, aproximadamente, 25% do valor da transformação industrial catarinense.

3.3.1 Relação entre China e Brasil

Segundo Sukup (2002) a adesão da China à Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2001 consolida a crescente abertura do comércio ao país de maior população do mundo.

Promovida em anos recentes à condição de estrela de primeira grandeza da economia internacional, a China começa a mostrar ao mundo uma faceta menos conhecida e mais temível, a “devoradora” de mercados. O mesmo país que encanta pela capacidade aparentemente inesgotável de consumir está se transformando em pesadelo pela voracidade com que produz. Nada menos que 75% dos brinquedos, 55% dos calçados, 50% das câmeras digitais, 35% dos aparelhos celulares e 17% dos têxteis consumidos no planeta já são manufaturados na China (LAHÓZ e CAETANO, 2005).

Os produtos têxteis chineses custam até 60% menos quando comparados com os do Brasil. As exportações da China no setor somaram 84 bilhões de dólares no ano de 2004. O Brasil, batendo recorde histórico, vendeu 2 bilhões. Desde 2005, com o fim das cotas, os chineses estão tirando espaço dos produtos brasileiros no mercado americano (LAHÓZ e CAETANO, 2005).

3.3.2 Processo Produtivo

O processo produtivo da indústria têxtil se inicia com a matéria-prima, ou seja, as fibras. As fibras vão para a fiação, seguem depois em forma de fios para a tecelagem. Na tecelagem se transformam em tecidos, seguindo, então, para o beneficiamento, acabamento e, por fim, para a confecção.

O algodão destacado como fibra de origem natural, é uma matéria-prima básica de grande importância, devido às suas características de absorção de água, conforto e seu preço acessível (UEDA, 2006).

A Figura 9 apresenta um fluxograma do processo produtivo têxtil. Alguns dos principais processos realizados na indústria têxtil que geram grandes quantidades de resíduo de algodão são:

- Fiação – a matéria-prima vem acondicionada em fardos de fibras de algodão, de poliéster, de viscose e outros. O algodão é processado nos abridores, batedores, cardas, passadores, penteadeiras, maçaroqueiras, filatórios, retorcedoras e conicaleiras. Nestas seqüências de processos são eliminadas folhas, sementes e impurezas. As microfibras soltas do processo de fiação são sugadas por tubulações e enfardadas junto com as folhas e sementes conforme mostrado na Figura 8, considerados como resíduo de algodão. Este resíduo de algodão aproxima-se de 8 % do algodão total fiado, tornando-se um grave rejeito dentro da indústria têxtil.



Figura 8 – Fardos de resíduo de algodão.
Fonte: Indústria Têxtil DÖHLER S.A.

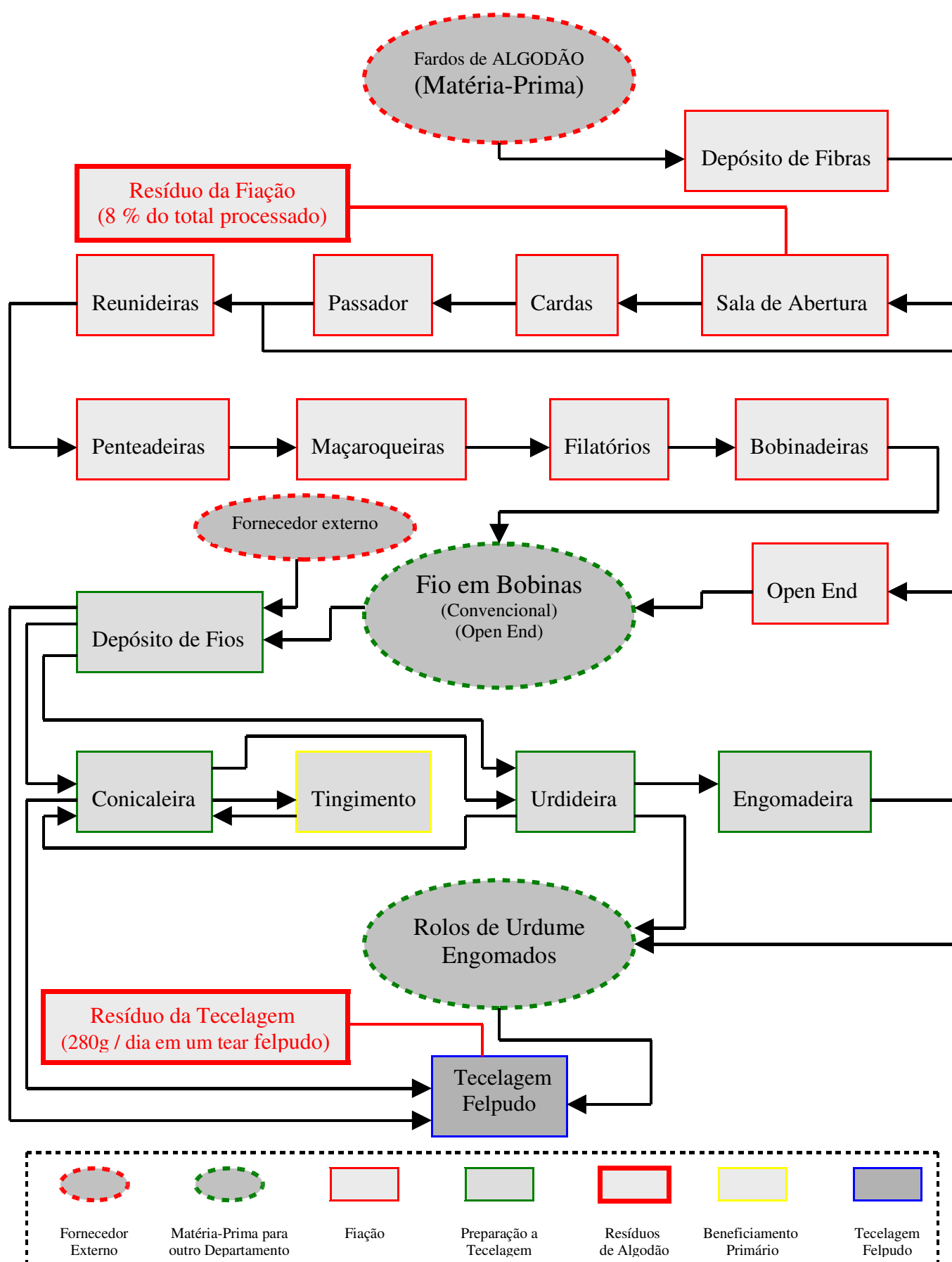


Figura 9 – Fluxograma do processo produtivo têxtil.

- Tingimento de fios – consiste em ferver os fios, em rolos ou em bobinas, em soluções de soda cáustica e detergente (cozimento), em água corrente (lavagem), mergulhando-os, a seguir, em soluções contendo corantes (tingimento). Os fios tingidos em bobinas vão diretamente para a tecelagem e os tingidos em rolos seguem para a engomagem.
- Preparação à tecelagem – é um processo que tem o objetivo de aumentar a resistência mecânica dos fios crus, que chegam às unidades de engomagem em rolos de urdumes, passando por uma solução de goma a quente e vão formar os urdumes engomados para a tecelagem. Os fios a serem aplicados no urdume podem ser engomados com amido, goma carboximetilcelulose, álcool polivinílico, etc. Os fios são engomados a uma temperatura de, aproximadamente 100°C, através de processos contínuos ou por imersão.
- Tecelagem – é o processo pelo quais os fios são transformados em tecidos. Os tecidos são produzidos pelo cruzamento da teia com a trama usando uma máquina chamada tear. A teia é o sistema dos fios paralelos ao comprimento do tecido como ele é produzido e a trama é o sistema dos fios paralelos à largura do tecido. Trata-se de processo a seco, não ocorrendo produção de despejos líquidos, mas com o atrito e tensão nos fios de urdume e tramas são liberadas fibrilas de algodão (Figura 10). Isto é um inconveniente na tecelagem por gerar a diminuição da produção e para a indústria têxtil por não ter um destino ambientalmente correto para este resíduo de algodão.



Figura 10 – Resíduo de algodão gerado na tecelagem.

Fonte: Indústria Têxtil DÖHLER S.A.

3.3.2.1 Corantes

Os corantes são substâncias intensamente empregadas para a coloração de alimentos, cosméticos, plásticos, têxteis e outros. Hoje mais de 90% dos corantes empregados são sintéticos e a grande parte destes é utilizada na indústria têxtil. Estruturalmente, um dos únicos aspectos comuns a praticamente todos os corantes é a presença de um ou mais anéis benzênicos, por isso, estes compostos são também chamados de benzenóides (CORANTES, 2007).

Os corantes são caracterizados por dois componentes principais: o grupo cromóforo, responsável pela cor que absorve a luz solar, e o grupo funcional que permite a fixação nas fibras do tecido (DURÁN e ESPOSITO, 2000).

No processo de tingimento têxtil os corantes azos (Figura 11) constituem a maior e mais importante classe de corantes orgânicos sintéticos utilizados (POULIOS e AETOPOULOU, 1999).

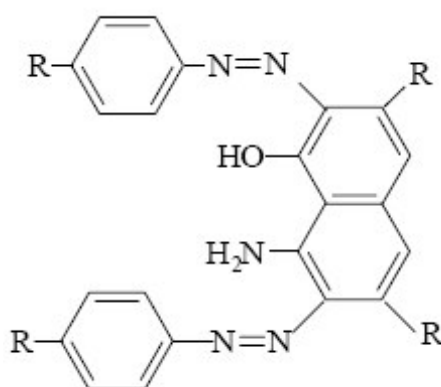


Figura 11 – Estrutura química de um azo corante.

Fonte: KUNZ *et al.* (2002).

Algumas características dos principais tipos de corantes utilizados industrialmente, de acordo com o modo pelo qual eles são fixados, são:

- Reativos – a classe dos corantes reativos é a mais usada, pois são compostos coloridos que tem alta solubilidade em água e possuem grupos reativos adequados, capazes de formar ligações covalentes entre o corante e a fibra, que leva à alta estabilidade química e fotolítica (DANTAS NETO *et al.*, 2004). Os principais tipos de corantes reativos possuem como grupos cromóforos funções azo e antraquinona e como grupos reativos clorotriazinila e sulfatoeilsulfonila.

- Diretos – compreende compostos solúveis em água e que se ligam às fibras de celulose através de ligações de van der Waals. Esta classe é constituída principalmente de corantes que contêm mais de um grupo azo em sua estrutura (díazo, triazo, etc.) conforme mostra a Figura 12 ou pré-transformados em complexos metálicos (GUARATINI e ZANONI, 2000).

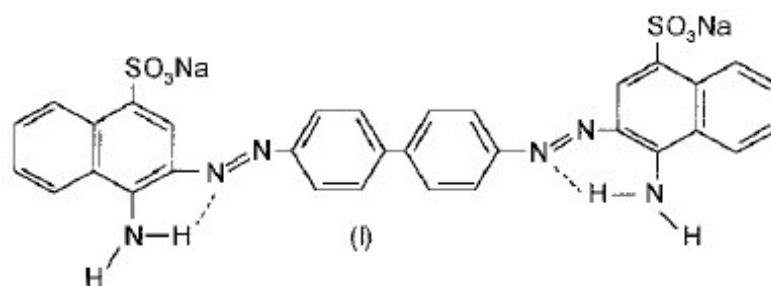


Figura 12 – Estrutura de um corante direto.
Fonte: GUARATINI e ZANONI (2000).

- Azóicos – são compostos coloridos, insolúveis em água e são sintetizados sobre a fibra durante o processo de tingimento. Nesse método a fibra é impregnada com um composto solúvel em água (agente de acoplamento – geralmente um naftol), que apresenta alta afinidade por celulose. Com a adição de um sal de diazônio (RN^{2+}) ocorre uma reação com o agente de acoplamento já fixado na fibra, que produz um corante insolúvel em água (GUARATINI e ZANONI, 2000).
- Branqueadores – as fibras têxteis no estado bruto, por serem compostas primariamente de materiais orgânicos, apresentam como característica uma aparência amarelada por absorver a luz principalmente na faixa de baixo comprimento de onda. A diminuição dessa tonalidade tem sido efetuada na indústria ou lavanderia pela oxidação da fibra com alvejantes químicos ou utilizando-se os corantes brancos (Figura 13) também chamados branqueadores ópticos ou mesmo branqueadores fluorescentes (GUARATINI e ZANONI, 2000).

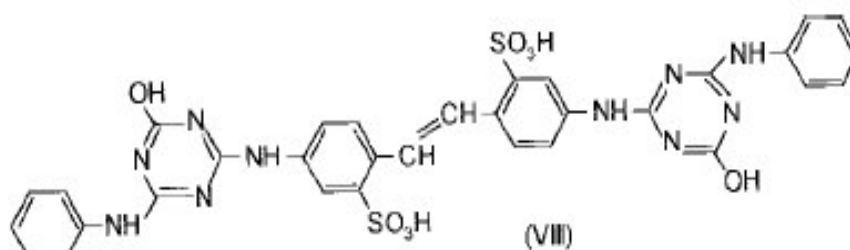


Figura 13 – Estrutura de um corante branqueador.

Fonte: GUARATINI e ZANONI (2000).

- Cuba – são também chamados de corante tina e de redução e são insolúveis em água. Através de redução com hidrossulfito de sódio em meio alcalino transformam-se em leuco derivados solúveis e tingem as matérias têxteis celulósicas. Como a produção química de hidrossulfito de sódio pode causar problemas ecológicos, o custo operacional dessa classe de corante tem sido bastante alto (GUARATINI e ZANONI, 2000).
- Pré-metalizados – são úteis principalmente para tintura de fibras protéicas e poliamida. Estes corantes são caracterizados pela presença de um grupo hidroxila ou carboxila na posição ortho em relação ao cromóforo azo, permitindo a formação de complexos com íons metálicos (GUARATINI e ZANONI, 2000).

3.4 FUNGOS

Segundo Espósito e Azevedo (2004), os fungos são seres eucarióticos altamente eficientes na degradação de uma ampla gama de substratos. Estima-se que exista cerca de 1,5 milhões de espécies de fungos, sendo que destas cerca de 74 mil espécies foram descritas. Para o leigo, os fungos são conhecidos como bolores, mofos ou cogumelos comestíveis ou alucinógenos. Entretanto, o mundo destes organismos é muito amplo e ainda que haja algumas espécies prejudiciais, a grande maioria dos fungos é benéfica e responsável pela sobrevivência de outros seres vivos, incluindo a espécie humana. O potencial de interação e utilização dos fungos é demonstrado na Figura 14.

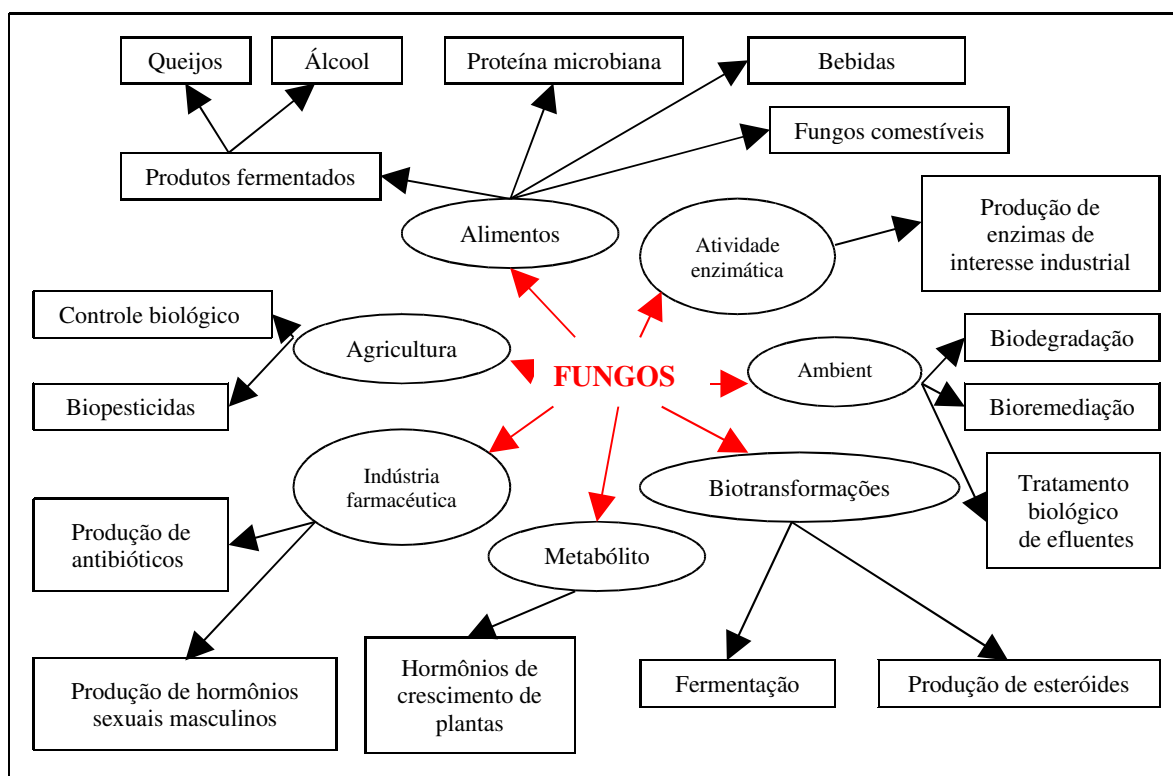


Figura 14 – Potencial de interação e utilização de fungos.
 Fonte: Modificado de ALEXOPOULOS e MIMS (1996).

Os fungos são agrupados em um único reino, Reino Fungi, que é dividido em três grandes grupos que são os fungos limosos, os inferiores flagelados e os terrestres, o grupo mais conhecido. Os fungos terrestres possuem quatro classes que são os zigomicetos, os deuteromicetos, os ascomicetos e os basidiomicetos, sendo na classe dos basidiomicetos encontrados os cogumelos comestíveis como *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus blazei* e *Agaricus bisporus* (PELCZAR *et al.*, 1996).

Os fungos da classe dos basidiomicetos, através de seu complexo enzimático lignocelulolítico formado por celulasas, ligninases, peroxidases, lacases, proteases, manganases e fenol oxidases, dentre outras enzimas, possuem a capacidade de degradar

lignina e celulose para utilizá-las em seu próprio desenvolvimento (BUSWELL *et al.*, 1987). A Figura 15 mostra a função das enzimas degradadoras de materiais lignocelulósicos.

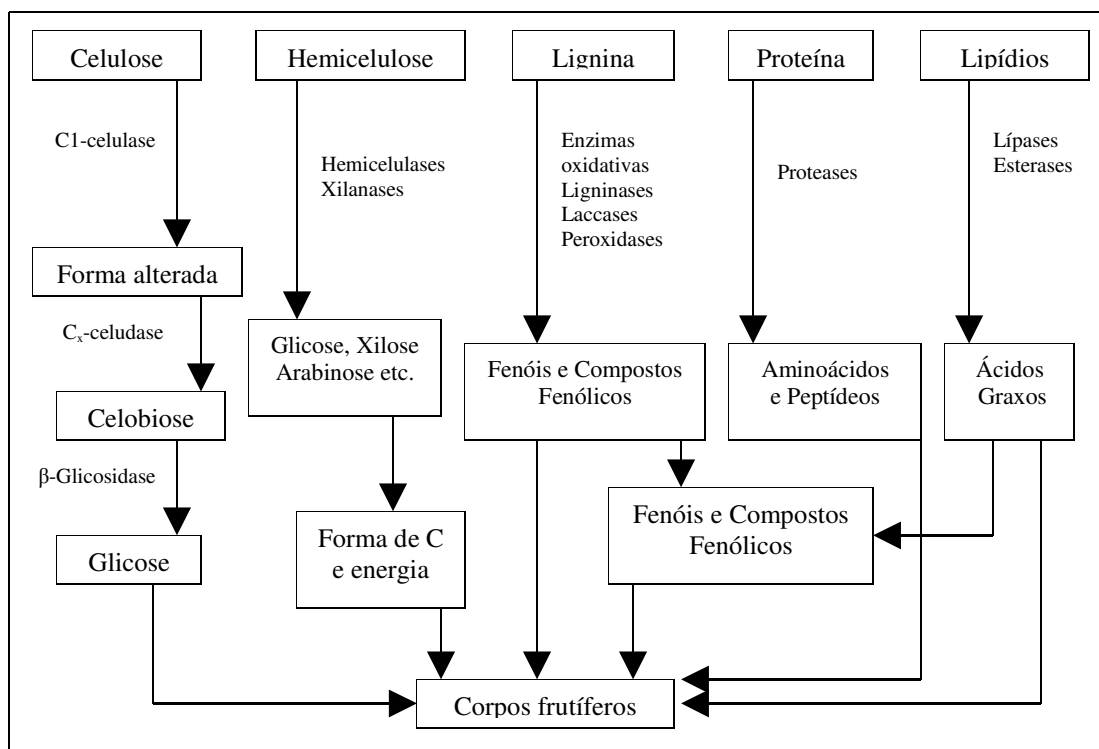


Figura 15 – Diagrama da função desempenhada pelas enzimas degradadoras de materiais lignocelulósicos através da morfogênese dos basidiomicetos.
Fonte: RAJARATHNAM *et al.* (1992).

3.4.1 Fungos do gênero *Pleurotus*

O gênero *Pleurotus* abriga diversas espécies, sendo todas comestíveis da classe dos basidiomicetos, conhecidos popularmente como cogumelo ostra (Figura 16), devido à sua forma. Segundo Kurtzman (1979), os fungos do gênero *Pleurotus* juntamente com outros, formam um grupo denominado de “fungos de podridão branca”, por produzirem um micélio branco e degradarem tanto a lignina como a celulose, caracterizando-os como decompositores primários de substratos, conferindo-lhes um enorme potencial para a degradação de resíduos.

Na medida em que executam essa tarefa, produzem biomassa microbiana, que representa alimento saboroso e de elevado valor nutricional (BONATTI, 2001).



Figura 16 – Corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*.

Fonte: Disponível em: <http://www.attentionnature.ca/eman/reports/publications/99_montane/fungi/pleurotus.html>. Acesso em: 12 nov. 2006.

Os cogumelos do gênero *Pleurotus* são encontrados nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, tendo o Brasil, portanto, um clima propício para o seu desenvolvimento (ZADRAZIL e KURTZMAN, 1984). O píleo possui a forma de concha, razão de sua denominação internacional como “Oyster mushroom” (cogumelo ostra), alcançando até 30 cm, estipe excêntrico ou lateral (10 mm a 50 mm) e lamelas esbranquiçadas ou cinzas (ESPOSITO e AZEVEDO, 2004).

Os cogumelos do gênero *Pleurotus* vêm sendo estudados em diferentes partes do mundo por inúmeras razões, tais como: são capazes de colonizar e degradar inúmeras variedades de resíduos lignocelulósicos, têm elevado valor gastronômico e medicinal, requerem menor tempo para o seu crescimento quando comparados a outros gêneros comestíveis e os corpos de frutificação são pouco atacados por doenças (CHANG e MILES, 1993; PATRABANSH e MADAN, 1995; YILDIZ *et al.*, 2002; REDDY *et al.*, 2003; HERNÁNDEZ *et al.*, 2003; WISBECK, 2003; BONATTI *et al.*, 2004; ZHANG *et al.*, 2004; GERN *et al.*, 2008; FURLAN *et al.*, 2008).

3.4.2 Cultivo de *Pleurotus*

A forma de condução do cultivo de *Pleurotus* dependerá do produto desejado. O cultivo sólido, utilizando resíduos agroindustriais, vem sendo realizado para a produção de corpos frutíferos com fins alimentares (SANTOS, 2000; SCARIOT *et al.*, 2000, BONATTI *et al.*, 2004; SILVEIRA *et al.*, 2006; TORO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2007b) e para extração de princípios terapêuticos (ZHANG *et al.*, 1994; CHENGHUA *et al.*, 2000; MIZUNO, 2000; ZHANG *et al.*, 2004; WOLFF, 2007).

Outra forma de cultivo destes fungos é em meio líquido. Este processo objetiva, principalmente, a utilização do caldo de cultivo e da biomassa micelial para a extração de substâncias terapêuticas, como antibióticos (HARA *et al.*, 1987; GARCIA *et al.*, 1998; WISBECK *et al.*, 2002; WOLFF, 2007;) e polissacarídeos extracelulares com atividade antitumoral (BURNS *et al.*, 1994; MAZIERO *et al.*, 1999; GERN *et al.*, 2008). Ainda, a biomassa produzida, pode ser utilizada como inóculo líquido para o cultivo de corpos frutíferos em meio sólido (KAWAI *et al.*, 1995; SILVEIRA *et al.*, 2006).

Cogumelos do gênero *Pleurotus* eram cultivados em troncos de árvore, mas com o aumento de seu consumo, uma técnica mais simples foi desenvolvida por Bisaria e Madan (1983) para o seu cultivo, acondicionando o substrato em pacotes plásticos conforme mostra a Figura 17.

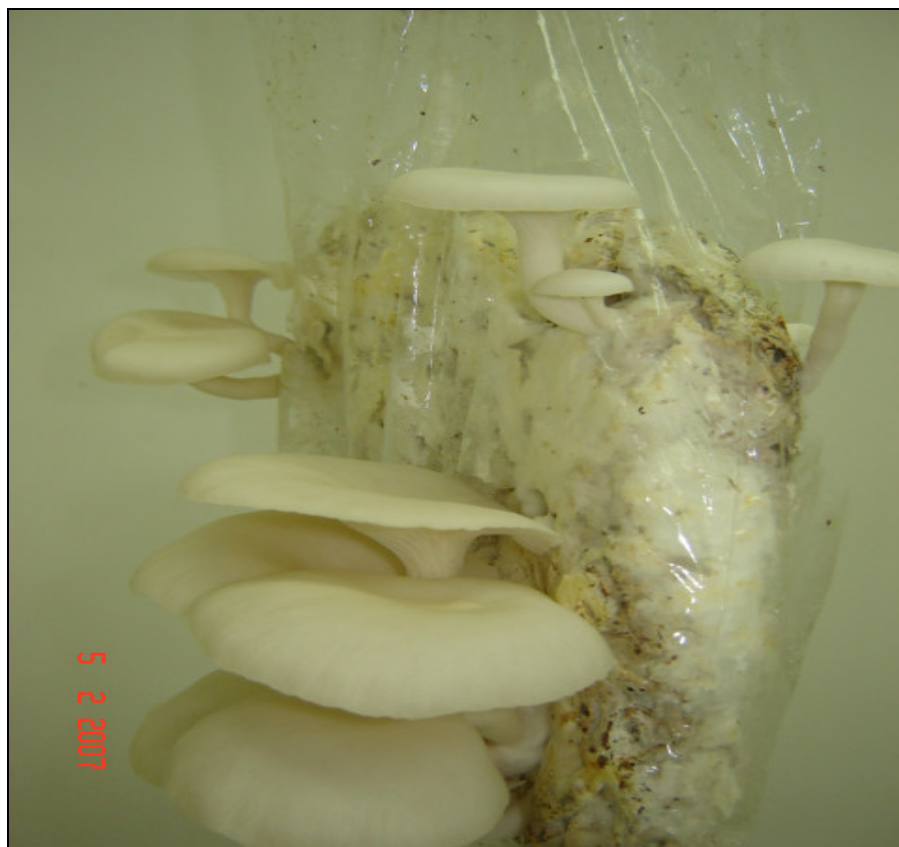


Figura 17 – *Pleurotus ostreatus* cultivado em pacotes plásticos.
Fonte: Laboratório de Biotecnologia II (Univille).

A Figura 18 apresenta, de forma esquemática, as etapas do processo para o cultivo de *Pleurotus spp.* desenvolvido por Bonatti (2001).

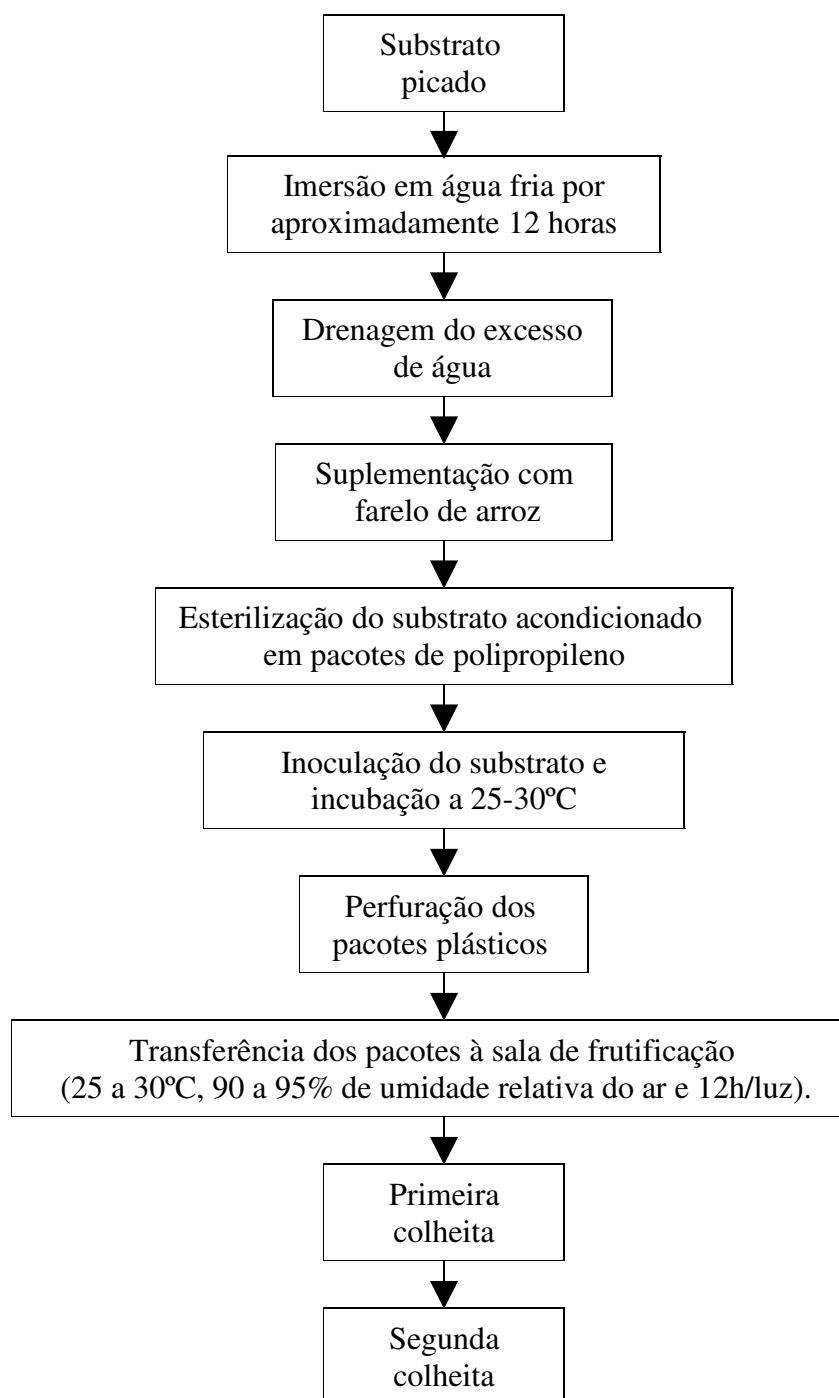


Figura 18 – Etapas do processo de cultivo de *Pleurotus*.
Fonte: BONATTI (2001).

O cultivo de *Pleurotus* pode estar diretamente ligado à reciclagem econômica de resíduos agroindustriais como palha de trigo, de arroz, de milho, resíduos de algodão, de madeira, de bagaço de cana, de serrarias e de muitos outros (CHANG e MILES, 1984).

Santos (2000), Bonatti (2001), Silveira (2003) e Furlan *et al.* (2008) estudaram espécies de *Pleurotus* adaptando-as às condições ambientais da região Nordeste de Santa Catarina que apresenta abundância em resíduos lignocelulósicos, como por exemplo, palha de arroz e palha de bananeira.

Souza e Correia (2004) utilizaram bagaço de cana-de-açúcar e serragem para o cultivo de *P. ostreatus*, enquanto, *P. ostreatus* também formam corpos frutíferos em erva e polpa de café (HERNANDÉZ *et al.*, 2003) e em serragem de casca de coco (MARINO *et al.*, 2008).

Castro *et al.* (2007) produziram *P. sajor caju* em resíduos de algodão da indústria têxtil e obtiveram um rendimento de 55,39%.

3.4.2.1 Substrato pós-colheita

De acordo com Rajarathnam *et al.* (1989) a bioconversão e biotransformação dos resíduos, além de propiciar a formação de corpos frutíferos, também gera um resíduo que pode ser facilmente reincorporado na natureza. Pesquisas foram realizadas visando o aumento da qualidade nutricional e da digestibilidade de diferentes tipos de resíduos lignocelulósicos, mediante tratamentos físicos, químicos e biológicos (BONATTI, 2001; SCHMIDT *et al.*, 2003; SILVEIRA, 2003; CASTRO *et al.*, 2004; MARINO *et al.*, 2008).

Segundo Scariot *et al.* (2000), após o cultivo de *Pleurotus ostreatus* e *Pleurotus ostreatus* o substrato de algodão pode servir como suplemento para ração animal, sendo rico em macro e micro nutrientes. Após o cultivo do fungo, o substrato teve seu teor de proteínas aumentado consideravelmente de 2,5 para 6%, atribuindo-se este aumento à incorporação do micélio ao substrato após o cultivo.

Bonatti (2001) verificou com o cultivo de *Pleurotus ostreatus* em palha de bananeira, a degradação de 68,4% no teor de lignina, 53,9% no teor de celulose e 51,4% no teor de hemicelulose.

Castro *et al.* (2004), cultivando *Pleurotus sajor caju* em resíduo de lixadeira do algodão, verificaram redução nas frações de fibra em detergente neutro e fibra em detergente

ácido e aumento no teor de proteína bruta e na degradabilidade efetiva do material, sendo uma alternativa para agregar valor ao resíduo que, posteriormente poderá ser utilizado como alimento para ruminantes.

Souza Filho *et al.* (2007) constataram que utilizando o substrato residual (palha de bananeira e casca de banana) do cultivo de *Pleurotus spp.* pode-se produzir *Agaricus blazei*, um fungo decompositor secundário.

3.4.3 Importância nutricional

Os cogumelos são apreciados por causa do seu sabor, mas durante muito tempo, o valor nutricional foi praticamente ignorado. No entanto hoje, sabe-se que trata-se de um alimento que tem uma alta qualidade nutricional (JUSTO *et al.*, 1998).

Fatores como a idade de desenvolvimento do cogumelo, a composição do substrato, bem como o método de cultivo influenciam no teor de proteínas, fibras, minerais e nos constituintes do aroma e do sabor (STURION e OETTERER, 1995).

De acordo com Furlani e Godoy (2007), cogumelos comestíveis como Champignon, *Shiitake* e *Shimeji* constituem alimento com excelente valor nutritivo, pois apresentam alto teor de proteínas e fibras alimentares, além de conter um baixo teor de lipídeos.

Segundo Bonatti *et al.* (2004) os cogumelos do gênero *Pleurotus* possuem elevado valor gastronômico, além de conter fibras, carboidratos e baixo teor de gorduras. Sendo assim em seu trabalho obteve 5,97% de gordura bruta, 47,0% de carboidratos totais, 16,9% de proteína total, 9,41% de fibras, 3,85% de nitrogênio total e 5,58% de cinzas em *P. ostreatus* cultivados em palha de bananeira.

Silveira *et al.* (2006), cultivando corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* em palha de bananeira com 20% de inóculo no primeiro fluxo produtivo obteve os seguintes valores relativos a composição: 6,9% de cinzas, 23,34% de proteína bruta, 30,68% de carboidratos, 2,95% de fibra bruta, 5,32% de nitrogênio total e valor energético 173,54 Kcal/100g.

Scariot *et al.* (2000) cultivaram *Pleurotus ostreatus* e *P. ostreatus* em resíduos (pericarpo + fibras + tegumento da semente) de algodão e avaliaram os teores de proteína bruta (15 a 20%), podendo ser incluídos no grupo de alimentos de alto teor protéico.

Segundo Silva *et al.* (2007b) o valor nutricional do cogumelo depende da composição química do substrato utilizado e das condições de cultivo. Cultivando *Pleurotus sajor caju*

numa mistura de capim coast-cross, bagaço de cana-de-açúcar e farelo de trigo obteve o resultado de 20,4% para proteína bruta e 3,84% para fibra bruta.

Segundo Chang e Miles (1989) os cogumelos, são ainda, em geral, boa fonte de minerais. Bisaria e Madan (1983), Sturion e Oetterer (1995) e Kalac e Svodoba (2000), afirmam que o conteúdo de minerais nos cogumelos é variável e isto é um reflexo da variação do conteúdo mineral no substrato.

Sturion e Ranzani (2000) avaliando o teor de minerais em sete espécies de *Pleurotus*, observaram que potássio e fósforo são encontrados em maior quantidade. Da mesma forma, Scariot *et al.* (2000) obtiveram valores mais elevados de K (6,5%) e P (1,5%) em *P. ostreatoroseus* cultivado em resíduos de algodão.

Metais como Fe, Na, Zn e Mn são considerados microminerais e encontram-se no gênero *Pleurotus* em baixa quantidade (traços) (MADAN *et al.*, 1992; SCARIOT *et al.*, 2000; STURION e RANZANI, 2000).

3.4.4 Potencial terapêutico

As propriedades medicinais de *Pleurotus* são conhecidas na Ásia, Europa, América do Sul (GUZMAN, 1994) e África (OSO, 1977). Estudos mostram que o gênero possui a capacidade de modular o sistema imunológico, possui atividade hipoglicêmica e antitrombótica, diminui a pressão arterial e o colesterol sanguíneo, e possui ação antitumoral, antiinflamatória e antimicrobiana (GUNDE-CIMERMAN, 1999).

Fortes e Novaes (2006) demonstram que a suplementação dietética com fungos como *P. ostreatus* exerce efeitos nutricionais, medicinais e farmacológicos imprescindíveis, podendo ser utilizada como coadjuvante na terapia contra o câncer. São capazes de modular a carcinogênese nos estágios de iniciação, promoção e progressão, promovendo benefícios aos portadores de diversos tipos de câncer, principalmente através da estimulação do sistema imunológico.

Zhang *et al.* (2004) isolaram frações de corpos frutíferos de *Pleurotus tuber regium* e testaram em ratos contra células tumorais de Sarcoma 180, obtendo 65,4% de redução do tumor após 10 dias de tratamento.

Wolff (2007) utilizando extrato de corpos frutíferos de *P. ostreatus* verificou 76% de redução das células tumorais (Sarcoma 180) em ratos após 6 dias de tratamento e utilizado o corpo frutífero na ração a redução foi de 63% após o mesmo período.

Além da atividade antitumoral, a atividade antimicrobiana destes fungos vem sendo estudada (GARCIA *et al.*, 1998; WISBECK *et al.*, 2002; COUTINHO *et al.*, 2004; CARDOSO e ISRAEL, 2005). *Pleurotus ostreatus* apresenta atividade antimicrobiana principalmente contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* e *Candida albicans* (WISBECK *et al.*, 2002).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MICRORGANISMO E MANUTENÇÃO

A espécie *Pleurotus ostreatus* foi obtida da “Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH”, Alemanha, sob o código DSM 1833.

A cultura foi mantida em placas de Petri, em meio TDA (Trigo Dextrose Agar) conforme descrito por Furlan *et al.* (1997), a 4°C. Os repiques foram realizados a cada três meses.

4.2 PREPARO DO INÓCULO

O inóculo foi produzido conforme descrito por Silveira (2003) utilizando-se grãos de trigo cozidos como suporte. 250g de grãos cozidos por 10 minutos e escorridos, foram adicionados de CaSO₄ (1,3%) e CaCO₃ (0,35%) em relação à massa de trigo seco, colocados em pacotes de polipropileno (18 x 30 cm) e esterilizados a 121°C por 1 hora. Os grãos de trigo, após atingirem a temperatura ambiente, foram inoculados com 3 discos de ágar de 12 mm de diâmetro, contendo micélio de *Pleurotus ostreatus*, revolvidos manualmente no pacote e mantidos a 25° ± 2°C na ausência de luz até a completa colonização da superfície dos grãos pelo micélio.

Os pacotes foram, então, mantidos sob refrigeração (4°C) por, no máximo, três meses. Durante este período os grãos foram utilizados como inóculo.

4.3 SUBSTRATO UTILIZADO NOS EXPERIMENTOS

Como substratos foram utilizados resíduos de algodão provenientes de indústria têxtil da Região Norte de Joinville-SC. Os resíduos foram gerados em dois processos distintos na indústria: resíduo de algodão da fiação (1) e resíduo de algodão da tecelagem (2). O resíduo (1) era formado por fibras de algodão, pericarpo e tegumento da semente. O resíduo (2) era formado por fibrilas de algodão que se soltam durante o processo de tecimento e uma menor

parte colada junto com as próprias fibrilas, por substâncias colantes, as chamadas gomas (amido), que provêm do processo anterior da tecelagem.

Os substratos de algodão foram colocados em sacos de rafia e imersos em água por 12 horas, de acordo com a metodologia proposta por Bonatti (2001).

Os substratos, após terem sido retirados da água e deixados escorrer por aproximadamente 2 horas, foram comprimidos manualmente para retirar o excesso de água e embalados na proporção de 150g de massa de substrato seco/pacote de polipropileno (25 x 35 cm).

A Tabela 03 apresenta as proporções utilizadas dos resíduos (1) e (2). Foram preparados 8 pacotes para cada proporção com frações de inóculo de 10 ou 20%. Os experimentos com a proporção (1:1), com frações de 10 ou 20% de inóculo foram realizados para definir a fração de inóculo a ser utilizada. De posse desta informação, as proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2) com 20% de inóculo foram utilizadas para avaliar as misturas dos substratos.

Tabela 03 – Proporções das misturas dos resíduos da fiação e tecelagem e as frações de inóculo de *Pleurotus ostreatus*, utilizadas nos experimentos.

Proporção (resíduo fiação:resíduo tecelagem)	Resíduo de fiação (%)	Resíduo de tecelagem (%)	Fração de inóculo (%)
(1:1)	50	50	10
(1:1)	50	50	20
(1:0)	100	0	20
(0:1)	0	100	20
(2:1)	67	33	20
(1:2)	33	67	20

Cada pacote foi suplementado com 5% de farelo de arroz (fonte de nitrogênio) em relação à massa de substrato seco. Esta suplementação foi realizada pelo fato de o resíduo de algodão apresentar naturalmente, baixo teor em nitrogênio (BMF, 2006). Os pacotes, após a suplementação, foram fechados com um respiro de espuma fixado com fita crepe, de forma a permitir trocas gasosas moderadas e evitar contaminação externa.

Foram, então, pasteurizados em vapor d'água durante um período de 4 horas (SCARIOT *et al.*, 2000), resfriados e inoculados em cabine de segurança biológica, com fluxo laminar.

Foram usados 10 ou 20% de inóculo de *Pleurotus ostreatus* em relação à massa de substrato seco de acordo com o tratamento (Tabela 03). A homogeneização do inóculo no substrato foi realizada através do revolvimento manual dos pacotes.

Em seguida os pacotes foram incubados a $28^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ na ausência de luz. Após a total colonização do substrato, que se verificou através da cor branca sobre todo o substrato, os pacotes foram perfurados com bisturi e transferidos para a câmara de frutificação.

4.4 CONDIÇÕES DE CULTIVO E COLHEITA DOS CORPOS FRUTÍFEROS

O cultivo dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* foi realizado nas dependências da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE (Joinville – SC), em câmara de cultivo com capacidade para 160 pacotes pendurados em ganchos dispostos em 4 linhas, com controle automático de temperatura ($25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e iluminação (12 h/dia), umidade relativa do ar (92 a 95%) e troca de ar no ambiente.

Com o aparecimento dos primórdios os pacotes foram abertos com bisturi, para o crescimento dos corpos frutíferos.

Foi estabelecida a realização de apenas um fluxo produtivo de corpos frutíferos, colhidos conforme descrito por Sturion (1994), sendo determinado o ponto de colheita de forma visual, quando as margens do píleo apresentavam-se planas. Isto representa que o corpo frutífero alcançou a sua maturidade e se encontra na fase precedente à liberação de esporos. Todos os corpos frutíferos do fluxo foram colhidos quando os de maior tamanho atingiam o estágio precedente à esporulação, independentemente do tamanho dos demais.

Os corpos frutíferos foram colhidos com bisturi, pesados para a determinação da massa úmida e desidratados a 40°C por 24 horas em estufa (Shellab, 1370 FX) com circulação de ar forçada para determinação da massa de corpos frutíferos secos.

Os pacotes com o substrato residual foram secos a 105°C até massa constante para a determinação da massa seca do substrato residual. A massa seca do substrato inicial foi determinada pela média de 2 pacotes contendo resíduos de algodão nas devidas proporções, suplementados com 5% de farelo de arroz, pasteurizados em vapor d' água por 4 h e secos a 105°C até massa constante.

4.5 MÉTODOS DE CÁLCULO DO DESEMPENHO DO CULTIVO

Determinou-se rendimento, eficiência biológica, perda de matéria orgânica, tempo de colonização micelial e produtividade do cultivo de *P. ostreatus* em resíduos de algodão em diferentes proporções.

4.5.1 Rendimento (R)

Para determinar o rendimento do processo foi utilizada a relação proposta por Chang *et al.* (1981) que relaciona a massa dos corpos frutíferos frescos e a massa do substrato seco.

$$R(\%) = \frac{\text{Massa dos corpos frutíferos frescos}}{\text{Massa do substrato seco}} \times 100$$

4.5.2 Eficiência biológica (EB)

A eficiência biológica do processo foi determinada pela relação proposta por Bisaria *et al.* (1987), que relaciona a massa dos corpos frutíferos secos e a massa do substrato seco.

$$EB(\%) = \frac{\text{Massa dos corpos frutíferos secos}}{\text{Massa do substrato seco}} \times 100$$

4.5.3 Perda de matéria orgânica (PMO)

A perda de matéria orgânica foi calculada de acordo com Rajarathnam e Bano (1989), relacionando as massas secas do substrato inicial e final.

$$PMO(\%) = \frac{\text{Massa seca do substrato inicial} - \text{Massa seca do substrato residual}}{\text{Massa seca do substrato inicial}} \times 100$$

4.5.4 Tempo de colonização micelial (tc)

Foi o tempo, em dias, desde a inoculação até a total colonização do substrato pelo micélio fúngico.

4.5.5 Produtividade (Pr)

Foi definida como a massa de corpos frutíferos secos, obtidos após um fluxo produtivo, por dia de processo (g/dia). O tempo total de processo foi estipulado desde a inoculação até a colheita.

4.6 METODOLOGIA ANALÍTICA

As análises realizadas com os corpos frutíferos secos e com o substrato antes e após o cultivo foram feitas em 4 laboratórios, sendo eles: LABCAL, localizado na cidade de Florianópolis nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina, o FREITAG & WEINGÄRTNER localizado na cidade de Timbó, o NATRIUM QUÍMICA, localizado na cidade de Joinville, e o BIOTEC I (laboratório de pesquisa da UNIVILLE), localizado em Joinville.

Os teores de resíduo mineral fixo (cinzas), de matéria orgânica, de celulose, de hemicelulose, de lignina, de digestibilidade, de nutrientes digestíveis totais, de minerais, de fibra bruta, de nitrogênio total, de proteína bruta, de carboidratos totais, de gordura bruta, do valor calórico total e minerais (Ca, Mg, K, P, Fe, Na, Zn e Mn) foram determinados para o substrato, proveniente da proporção que promoveu melhores condições de produção. Este substrato foi avaliado antes do cultivo e após produção dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*.

Os corpos frutíferos foram avaliados da mesma forma que os substratos exceto para celulose, hemicelulose, lignina, digestibilidade e nutrientes digestíveis totais.

As amostras utilizadas foram o substrato antes e após o cultivo de *P. ostreatus* do experimento considerado ideal de acordo com a Tabela 3. Os corpos frutíferos utilizados como amostra foram os obtidos do respectivo experimento.

4.6.1 Preparo das amostras para análise

Os resíduos de algodão na proporção (2:1) contidos nos dois pacotes usados para determinar a massa seca do substrato inicial, descrito no item 4.4, foram triturados e utilizados como amostra de substrato antes do cultivo.

Para a obtenção da amostra de substrato após o cultivo, uma alíquota de aproximadamente 20% de substrato de cada pacote na proporção (2:1), num total de 8 pacotes, após a secagem (item 4.4), foram triturados em liquidificador, misturados e considerados amostra de substrato após o cultivo.

Os corpos frutíferos secos a 40°C por 24 h, produzidos em cada pacote contendo resíduos de algodão na proporção (2:1), foram misturados e triturados em liquidificador para compor a amostra de corpos frutíferos.

4.6.2 Resíduo mineral fixo (Cinzas)

O percentual de resíduo mineral fixo foi determinado pelo laboratório LABCAL com o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), com calcinação em mufla de 1,0g de amostra a 550°C durante 4 horas. O teor de mineral fixo foi determinado pela diferença entre a massa da amostra inicial e a massa da amostra calcinada.

4.6.3 Matéria orgânica

O teor de matéria orgânica foi determinado por análises realizadas pelo laboratório FREITAG & WEINGÄRTNER e foi obtido através da diferença da massa da amostra seca a 105°C e a massa da amostra após a calcinação em mufla à 600°C.

4.6.4 Hemicelulose

O teor de hemicelulose foi calculado pela diferença entre a digestão de 1,0g de amostra em solução de fibra detergente ácido (FDA) e 1,0g de amostra em solução de fibra detergente neutro (FDN) (SILVA, 1981).

A solução de detergente ácido (FDA) consiste de 20,0g de brometo-cetil-trimetilmônio e 1 L de ácido sulfúrico 1N. E a solução de detergente neutro é formada de 30g de sulfato láurico de sódio, 18,61g de EDTA, 6,81g de borato de sódio, 4,56g de fosfato ácido de sódio, 10 mL de 2-metoxietanol e 1 L de água.

No laboratório BIOTEC I (UNIVILLE), a amostra de substrato foi submetida à digestão com a solução de FDN para separar proteínas, gorduras, carboidratos solúveis, pectina e outros constituintes. Com a solução de FDA foi realizada a digestão da amostra de substrato para solubilizar o conteúdo celular e a hemicelulose. Após a realização das digestões FDN e FDA das amostras em fervura durante 1 hora, ambas foram filtradas e lavadas com acetona, em seguida foram secas em estufa a 105°C durante 8 horas.

4.6.5 Lignina

O teor de lignina foi determinado segundo a metodologia proposta por Silva (1981) para forrageiras e realizado no laboratório BIOTEC I (UNIVILLE)

A amostra oxidada por solução de detergente ácido (FDA) foi utilizada para análise de lignina. Após a oxidação foi mantida em estufa durante 8 horas a 105°C.

O teor de lignina foi calculado pela perda de massa da amostra em detergente ácido (FDA) em relação à oxidação com permanganato de potássio e solução desmineralizadora.

4.6.6 Celulose

O teor de celulose, segundo metodologia proposta por Silva (1981) para forrageiras, foi determinado pela diferença de massa entre o resíduo seco, gerado na análise de lignina, e este mesmo resíduo calcinado em mufla à 500°C.

4.6.7 Digestibilidade

O teste de digestibilidade foi realizado pelo laboratório FREITAG & WEINGÄRTNER. O método utilizado consistiu em inocular a amostra com líquido de rumem de gado e saliva artificial, na proporção 1:4 durante 5 dias em estufa a 40°C, e após

adicionar pepsina e incubar por mais 2 dias. O resíduo indigestível foi filtrado e seco em estufa obtendo-se a primeira massa. Em seguida o resíduo foi calcinado a 500°C durante 3 horas, obtendo a segunda massa. A diferença entre as duas massas resultou no valor de matéria orgânica não digerida e a digestibilidade foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\text{DIVMO} = \frac{\text{Massa matéria orgânica da amostra} - \text{Massa de matéria não digerida}}{\text{Massa matéria orgânica da amostra}}$$

4.6.8 Nutrientes digestíveis totais

A partir do valor de digestibilidade pôde-se calcular o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), dividindo-se o valor de digestibilidade pelo teor da matéria orgânica (item 4.6.3).

4.6.9 Fibra Bruta

O teor de fibra bruta foi obtido pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005) sendo realizado no laboratório LABCAL.

Realizou-se a digestão de 3,0g amostra com ácido sulfúrico 0,255 N e posteriormente com hidróxido de sódio 0,313 N a uma temperatura de 150°C.

A amostra foi seca em estufa a temperatura de 105°C até massa constante e, em seguida, incinerada em mufla a 550°C.

Como teor de fibra bruta foi considerado a diferença entre a massa da amostra obtida após a secagem em estufa e a massa da amostra incinerada.

2.6.10 Nitrogênio total

O teor de nitrogênio total foi realizado no LABCAL utilizando-se o método de Kjeldahl (semimicro), de acordo com a metodologia proposta pela A.O.A.C. (2005).

Para a obtenção do nitrogênio total a análise se dividiu em 3 fases distintas:

- Digestão: a amostra foi colocada em tubo de digestão juntamente com o ácido sulfúrico PA, aquecida até a solução se tornar esverdeada límpida.

- Destilação: o tubo de digestão com a amostra foi acoplado no destilador (TECNAL TE 036/1), que através do aquecimento e do acréscimo de hidróxido de sódio, libera NH_3 (gasoso) que é recebido em um frasco Erlenmeyer com uma solução de ácido clorídrico com normalidade 0,1N.
- Titulação: o frasco Erlenmeyer foi retirado do conjunto de destilação e a titulação foi realizada com hidróxido de sódio 0,1N. Foi anotado o valor gasto de solução de hidróxido de sódio e calculado o teor de nitrogênio (%N), de acordo com a seguinte equação:

$$N(\%) = \frac{(v \times N) \times 14}{\text{Massa da amostra (mg)}} \times 100$$

$$v \times N = (v_1 \times N_1) - (v_2 \times N_2)$$

Onde:

v_1 = volume (L) de ácido clorídrico, colocado no frasco Erlenmeyer;

N_1 = normalidade da solução de ácido clorídrico, colocado no frasco Erlenmeyer;

v_2 = volume (L) de hidróxido de sódio, gasto na titulação;

N_2 = normalidade da solução de hidróxido de sódio, utilizado na titulação;

2.6.11 Proteína bruta

O teor de proteína bruta foi obtido através do conteúdo total de nitrogênio (método Kjeldahl) multiplicado pelo fator de 4,38 descrito por Miles e Chang (1997).

4.6.12 Carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado através de cálculo descrito na resolução RDC n°. 360 (BRASIL, 2003). O valor de carboidrato se faz da diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, gorduras, fibra bruta, umidade e cinzas.

4.6.13 Gordura bruta

O teor de gordura bruta foi obtido pela metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), sendo realizado no laboratório LABCAL.

A extração foi realizada em balão previamente pesado com a amostra e em seguida adicionado o solvente éter sulfúrico PA e aquecido durante 6 horas a uma temperatura de 40°C. Posteriormente o balão foi colocado em estufa até massa constante. O teor de gordura bruta foi calculado pela diferença entre a massa do balão após a extração e a massa do balão antes da extração.

4.6.14 Valor calórico total

O valor energético foi estimado a partir dos teores de proteína, gordura e carboidratos, multiplicados pelos fatores 4, 9 e 4 respectivamente, e somados, RDC nº. 360 (BRASIL, 2003).

4.6.15 Minerais

Para a análise de minerais foi realizada a abertura das amostras através de calcinação a 600°C, seguida de digestão ácida sendo realizado no laboratório NATRIUM QUÍMICA. O teor de cálcio, magnésio, potássio, fósforo, sódio, zinco, ferro e manganês foram obtidos através de espectrometria de absorção atômica e molecular alterando o comprimento de onda que é específico para cada mineral, conforme descrito por Adad (1969) e Mendham *et al.* (2002).

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a produção dos corpos frutíferos, foram avaliados os parâmetros de rendimento, de eficiência biológica, de perda de matéria orgânica, de tempo de colonização micelial e de produtividade. Foram realizados experimentos com as proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2) de resíduo de algodão da fiação e da tecelagem com 8 repetições. Os dados obtidos foram avaliados através do teste estatístico para rejeição de valores desviantes denominado

Teste “Q” de Dixon (RORABACHER, 1991), com nível de confiança de 95%. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de valores médios através do Teste de Tukey com nível de significância de 5%.

As análises realizadas nos substratos antes e após o cultivo de *Pleurotus ostreatus* e nos corpos frutíferos, foram feitas em duplicata e os valores médios são apresentados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 AVALIAÇÃO DA FRAÇÃO DE INÓCULO

Para a avaliação da fração de inóculo, substratos contendo 50% de resíduo têxtil da fiação e 50% de resíduo têxtil da tecelagem (1:1) foram avaliados utilizando-se 10 e 20% de inóculo. Os parâmetros produtivos de rendimento (R%), eficiência biológica (EB%), perda de matéria orgânica (PMO%), tempo de colonização micelial (tc) e produtividade (Pr), foram comparados, conforme apresentados nas Figuras 19 e 20.

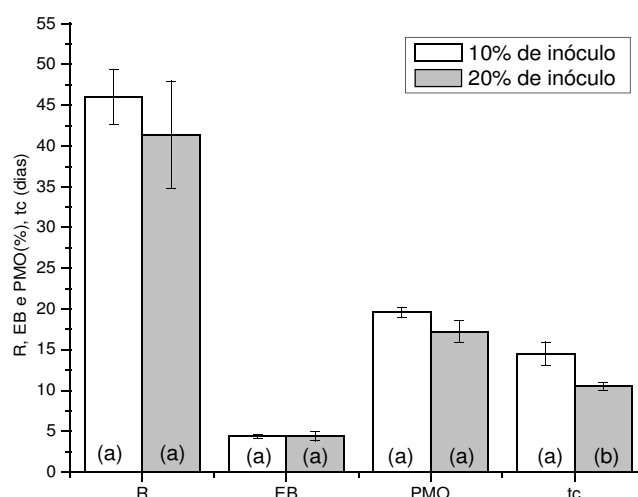


Figura 19 – Rendimento (R), Eficiência Biológica (EB), Perda de Matéria Orgânica (PMO) e Tempo de colonização micelial (tc), obtidos com *P. ostreatus* DSM 1833 cultivados em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem na proporção (1:1), com 10 e 20% de fração de inóculo. As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão. As letras (a) e (b) indicam a existência ou não de diferenças significativas entre os experimentos de 10 e 20% de inóculo, pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Observa-se na Figura 19 que tanto R como EB e PMO não apresentaram diferença significativa com 10 ou 20% de inóculo. No entanto, o tempo de colonização micelial (t_c), definido como o tempo desde a inoculação até a completa colonização do substrato pelo micélio, do experimento com 20% de inóculo, foi menor (10,5 dias) em comparação ao experimento com 10% de inóculo (14 dias).

Donini *et al.* (2006) avaliaram o efeito da suplementação do substrato capim-elefante com farelo de soja, trigo, arroz e milho sobre o crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus*. Os autores verificaram que o farelo de soja favoreceu o crescimento micelial e os farelos de arroz e milho não apresentaram efeito estimulador para o aumento da biomassa e para o crescimento micelial. Em nossos experimentos utilizou-se como suplemento 5% de farelo de arroz. Se, assim como no capim-elefante, o farelo de arroz não estimulou o crescimento micelial no resíduo de algodão, pode-se sugerir a necessidade de uma maior fração de inóculo (20%) para reduzir o tempo de colonização micelial (Figura 19).

A Figura 20 apresenta as produtividades obtidas e verifica-se que 0,37 g/dia de corpos frutíferos (em base seca) foram produzidos quando o inóculo era de 20% e 0,25 g/dia quando 10% de inóculo foi utilizado. Silveira (2003) também observou maior produtividade (0,17 g/dia) quando utilizou 20% de inóculo de *P. ostreatus* em palha de bananeira que quando utilizou 10% (0,15 g/dia). No entanto, a produtividade obtida em nosso trabalho com 20% de inóculo é 2 vezes maior que a obtida por Silveira (2003).

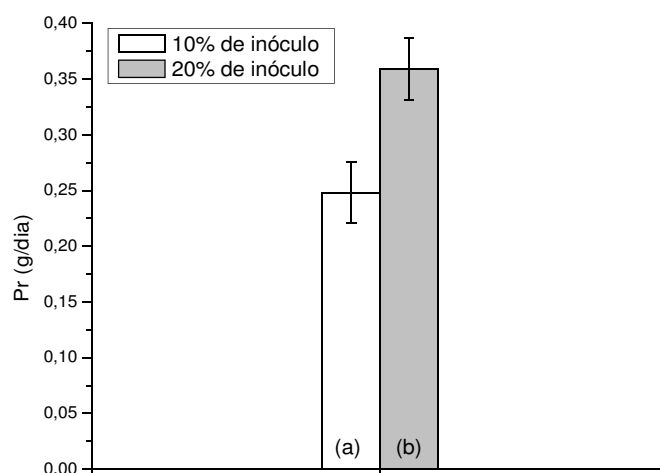


Figura 20 – Produtividades (Pr) obtidas com *P. ostreatus* DSM 1833 cultivados em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem na proporção (1:1), com 10 e 20% de fração de inóculo. As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. As letras (a) e (b) indicam a existência ou não de diferenças significativas entre os experimentos de 10 e 20% de inóculo, pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Assim, a fração de inóculo de 20% foi definida para a continuidade dos experimentos, pois além da maior produtividade, o menor tempo de colonização micelial minimiza a contaminação por possíveis organismos competidores.

5.2 AVALIAÇÃO DAS PROPORÇÕES DOS SUBSTRATOS

Na avaliação dos substratos, misturas do resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2), foram testadas.

As Figuras 21 e 22 mostram os valores de rendimento (R%) e eficiência biológica (EB%), respectivamente, obtidos para *P. ostreatus* cultivado nas diferentes proporções de substratos em um fluxo produtivo.

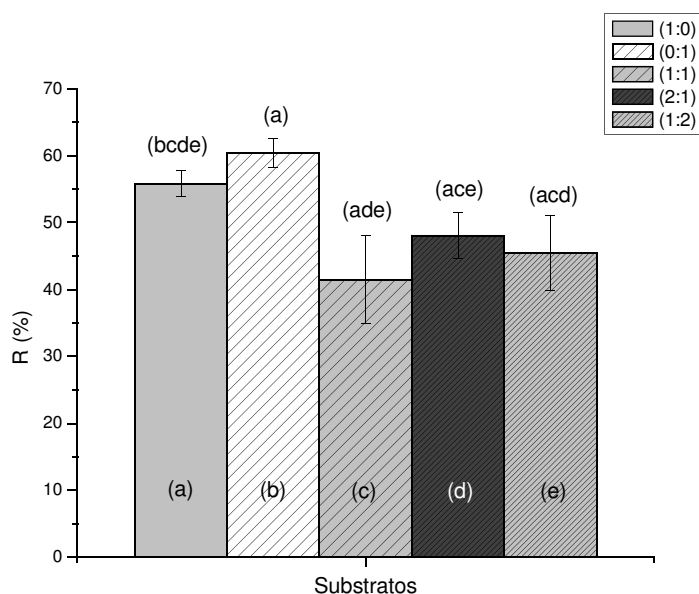


Figura 21 – Rendimento (%) obtido com *P. ostreatus* DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

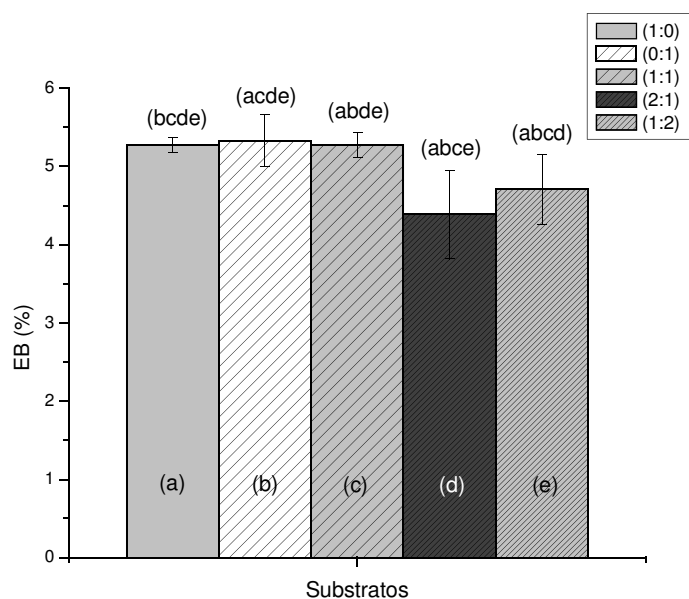


Figura 22 – Eficiência biológica (%) obtida com *P. ostreatus* DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Na Figura 21 verifica-se que o resíduo (0:1) constituído por 100% de resíduo da tecelagem apresentou um rendimento em torno de 60,40% sem diferença significativa em relação ao valor de 55,83%, rendimento do substrato (1:0), ou seja, 100% de resíduo da fiação, sendo estes rendimentos superiores aos encontrados nas demais proporções. A Figura 22 mostra que independentemente dos substratos utilizados, EB permaneceu em torno de 5%.

Na Tabela 4 são apresentados resultados de diferentes autores com respeito ao R e à EB de fungos do gênero *Pleurotus* cultivados em diferentes substratos.

Observando-se a Tabela 4, nota-se que o parâmetro produtivo rendimento (R%), que é a relação entre massa de corpos frutíferos frescos e massa de substrato seco, é calculado por todos os autores. Já a eficiência biológica (EB%), apesar de ser um parâmetro mais exato, por tratar-se de relações entre massa de corpos frutíferos secos e massa de substrato seco, ou seja, sem a interferência da umidade, é calculada por um menor número de autores.

Os maiores valores de rendimento foram alcançados por Santos (2000), 84,4% e Furlan *et al.* (2000), 84,5%, para *P. ostreatus* e *P. sajor caju*, respectivamente, cultivados em palha de arroz. No entanto, estes rendimentos são resultado de 5 e 3 fluxos produtivos no trabalho de Santos (2000) e Furlan *et al.* (2000), respectivamente.

Com respeito aos trabalhos que utilizaram apenas um fluxo produtivo, Yildiz *et al.* (2002) chegaram a 68,9% de R de *P. ostreatus* cultivado em palha de trigo e folhas de Aspen Europeu. Castro *et al.* (2007), utilizando resíduo do beneficiamento têxtil de algodão

obtiveram rendimentos em torno de 55% de *P. sajor caju*. Estes valores são similares aos encontrados em nosso trabalho, 60,4% para 100% de resíduo da tecelagem e 55,83% para 100% de resíduo da fiação.

Observa-se ainda, que os menores valores de rendimento foram encontrados por Marino *et al.* (2008) e Pedra e Marino (2006), 7,5 e 21,08%, respectivamente, quando utilizaram serragem de casca de coco como substratos para *P. ostreatus*.

Observando-se os valores de eficiência biológica da Tabela 4, verifica-se que o maior valor foi obtido por Bonatti (2001), 4,48%, com um fluxo produtivo de *P. ostreatus* em palha de bananeira. Furlan *et al.* (2008), cultivando, também, *P. ostreatus* em palha de bananeira, em 1 fluxo produtivo chegou a 4,18% de EB.

De acordo com a Figura 22, independentemente dos substratos utilizados, o valor de EB permaneceu em torno de 5%, superior aos valores encontrados por Furlan *et al.* (2008) e Bonatti (2001), quando cultivaram *P. ostreatus* em palha de bananeira em um fluxo produtivo (Tabela 4). Esta diferença pode estar relacionada com o tipo de substrato utilizado.

Tabela 4 – Parâmetros produtivos de diferentes espécies de *Pleurotus* cultivado em diversos substratos.

Microrganismo	Substrato	Nº de fluxos produtivos	R (%)	EB (%)	Referências
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de bananeira com 5% de farelo de arroz	2	65,88	6,84	Furlan <i>et al.</i> (2008)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Serragem de casca de coco com 20% de farelo de trigo e 20% de farelo de arroz.	1	7,5	-	Marino <i>et al.</i> (2008)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de bananeira com 5% de farelo de arroz	1	44,95	4,18	Furlan <i>et al.</i> (2008)
<i>Pleurotus sajor caju</i>	Resíduo têxtil de algodão com 10% de farelo de trigo, 2% de gesso e 2% de calcário.	1	55,76	-	Castro <i>et al.</i> (2007)
<i>Pleurotus sajor caju</i>	Resíduo têxtil de algodão com 10% de farelo de trigo, 20% de palha de feijão, 2% de gesso e 2% de calcário.	1	55,39	-	Castro <i>et al.</i> (2007)
<i>Pleurotus sajor caju</i>	Capim coast-cross e bagaço de cana com 10% de farelo de trigo.	1	35,9	-	Silva <i>et al.</i> (2007)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Serragem de casca de coco com 40% de farelo de arroz.	1	21,08	-	Pedra e Marino (2006)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Bagaço de cana de açúcar e serragem com 20% de farelo de trigo, 4% de calcário e 1% de gesso.	2	55,73	-	Souza e Correia (2004)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Erva e polpa de café com 2% de Ca(OH) ₂	2	76,39	-	Hernández <i>et al.</i> (2003)
<i>Pleurotus sajor caju</i>	Palha de milho	3	51,10	-	Dias <i>et al.</i> (2003)
<i>Pleurotus sajor caju</i>	Palha de feijão	3	81,4	-	Dias <i>et al.</i> (2003)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Folhas de Tília e resíduo de papel	1	52,90	-	Yildiz <i>et al.</i> (2002)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de trigo e folhas de Aspen Europeu	1	68,9	-	Yildiz <i>et al.</i> (2002)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Serragem mais resíduo de papel	1	40,6	-	Yildiz <i>et al.</i> (2002)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de bananeira com 5% de farelo de arroz	1	39,18	4,48	Bonatti (2001)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de bananeira com 5% de farelo de arroz	2	53,39	6,34	Bonatti (2001)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de arroz	5	84,4	8,85	Santos (2000)
<i>Pleurotus sajor caju</i>	Palha de arroz	3	84,5	9,2	Furlan <i>et al.</i> (2000)

A Figura 23 mostra os tempos de colonização micelial obtidos para cada substrato. Observa-se que o substrato (2:1) apresentou o menor tempo de colonização pelo micélio (10 dias) não apresentando diferença significativa com os demais substratos, exceto o substrato (0:1).

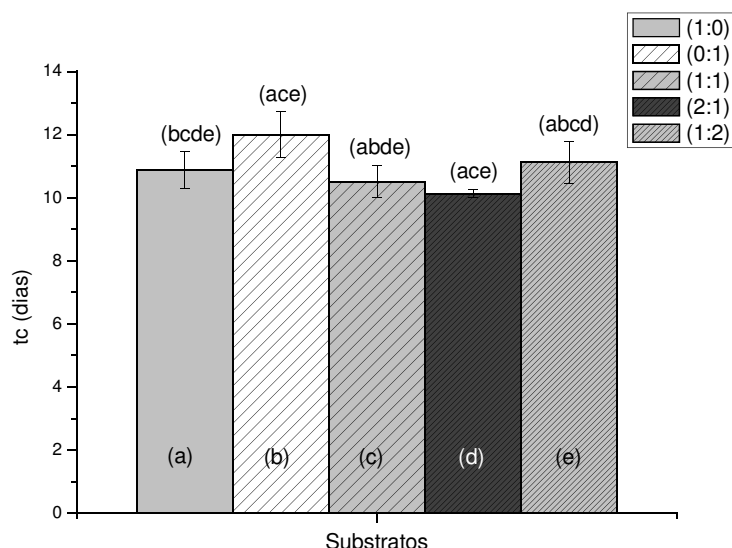


Figura 23 – Tempo de colonização micelial (tc) obtido com *P. ostreatus* DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

A Figura 24 mostra os valores de produtividade (g/dia) obtidos no processo utilizando-se as diferentes proporções de substrato (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). Verifica-se que as maiores produtividades, em torno de 0,37g/dia, foram obtidas quando os substratos (1:0), (1:1) e (2:1) foram utilizados. Os substratos (0:1) e (1:2) apresentaram produtividade mais baixa (0,29g/dia). Observa-se que nas proporções que apresentaram menor produtividade a quantidade de resíduo têxtil da fiação era inferior.

Apesar dos resultados, apresentados nas Figuras 22, 23 e 24, não indicarem um substrato que apresente maior eficiência biológica, menor tempo de colonização micelial ou maior produtividade, o substrato constituído por 67% de resíduo da fiação e 33% de resíduo da tecelagem (2:1), foi o escolhido para o segmento do trabalho. Este substrato possui a proporção mais adequada às quantidades de resíduos geradas na empresa, ou seja, mais resíduo da fiação que da tecelagem.

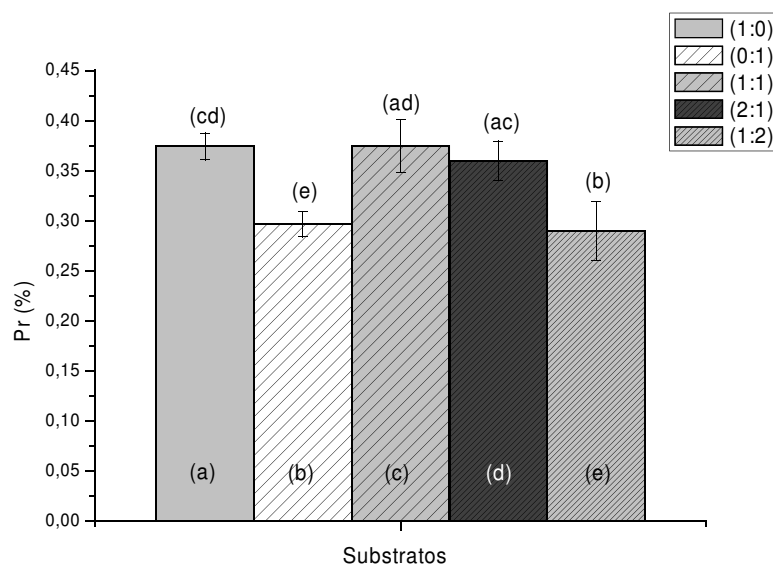


Figura 24 – Produtividades obtidas com *P. ostreatus* DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Avaliando-se a degradação dos substratos em termos de perda de matéria orgânica (PMO%) na Figura 25, verifica-se que o substrato (1:0) perdeu 24,10% de matéria orgânica. Em seguida o substrato (1:1) com 17,21%, sem diferença significativa com os demais substratos. O substrato (1:0) composto por 100% de resíduo da fiação (pericarpo + fibras + tegumento da semente) foi o que apresentou maior crescimento micelial. Este fato pode estar relacionado à maior perda de matéria orgânica deste substrato, ou seja, degradação devida ao micélio e não aos corpos frutíferos, pois, como observado na Figura 22, esta proporção de substrato não apresentou diferença significativa em relação às demais em termos de EB.

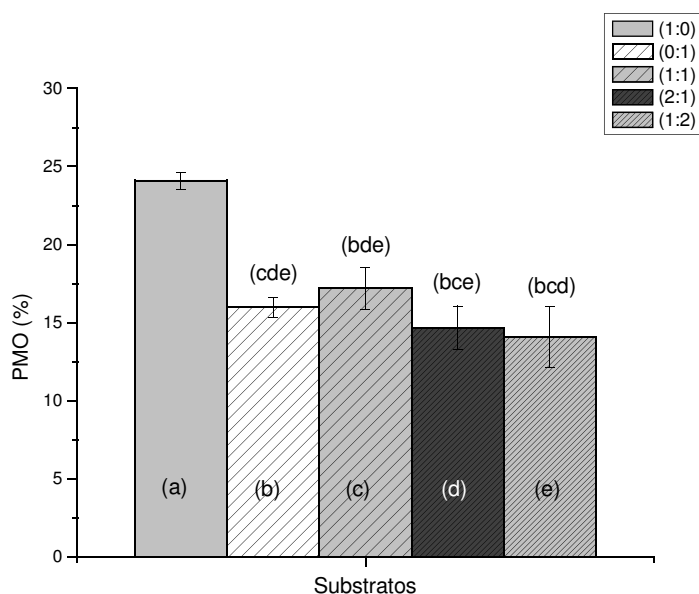


Figura 25 – Perda de matéria orgânica (%) obtida com *P. ostreatus* DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem nas proporções (1:0), (0:1), (1:1), (2:1) e (1:2). As barras indicam a média $\pm$ erro-padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada uma das demais colunas demonstram médias sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Silveira (2003) com um fluxo produtivo no cultivo de *P. ostreatus* em palha de bananeira obteve 23,63% e, com dois fluxos produtivos, 42,93% de PMO. Para um fluxo produtivo a autora obteve resultado similar ao valor encontrado em nosso trabalho para a proporção (1:0). Bonatti (2001) cultivando *P. ostreatus* em palha de bananeira obteve um valor de PMO de 19,32% em dois fluxos produtivos. Com três fluxos produtivos no cultivo de *Pleurotus sajor caju*, Furlan *et al.* (2000) obtiveram 63% de PMO de palha de arroz. Santos (2000) obteve 62,46% de PMO de palha de arroz e Sturion (1994), 59,45% de PMO de palha de bananeira, ambos com cinco fluxos produtivos no cultivo de *P. sajor caju*. No trabalho de Kerem *et al.* (1992) apenas 20% da matéria orgânica de caule de algodoeiro foi degradada após o cultivo de *P. ostreatus* por 30 dias. Este resultado é similar aos valores de PMO obtidos em nosso trabalho, utilizando resíduo de algodão da indústria têxtil em um fluxo produtivo que é em torno de 20 a 30 dias.

A utilização do substrato residual de palha de bananeira após o cultivo de *P. ostreatus*, foi verificada por Souza Filho *et al.* (2007), como substrato para o cultivo de *Agaricus blazei*. Neste trabalho, a palha de bananeira havia sofrido uma degradação por *P.ostreatus* de aproximadamente 12%, similar à alcançada no substrato (2:1) do nosso trabalho, indicando a

possibilidade de utilização do substrato residual em um processo sequencial para produção de *A.blazei* ou outros fungos decompositores secundários.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO SUBSTRATO ANTES E APÓS O CULTIVO

O substrato (2:1), constituído por 67% de resíduo da fiação e 33% de resíduo da tecelagem, foi caracterizado em termos de celulose (%), hemicelulose (%), lignina (%), digestibilidade (%), nutrientes digestíveis totais (%), fibra bruta (%), nitrogênio total (%), cinzas (%), proteína bruta (%), valor calórico (Kcal), carboidratos (%), gordura bruta (%) e minerais (%).

5.3.1 Celulose, hemicelulose e lignina

A Figura 26 apresenta os teores de celulose, hemicelulose e lignina para o substrato de algodão antes e após o cultivo de *P. ostreatus*. Observa-se que o substrato, antes do cultivo, é composto predominantemente por celulose (75,45%), seguido de hemicelulose (8,94%) e lignina (5,27%) em quantidades menores. Verifica-se que o cultivo de *P. ostreatus* em resíduo de algodão proporcionou uma diminuição de 18,43% de celulose, 45,07% de hemicelulose e 58,82% de lignina.

De acordo com Maluf e Kolbe (2003) o principal componente da fibra de algodão é a celulose, que representa cerca de 94%. O estudo de Almeida (2001) mostrou valores de 89,59% de celulose, 3,06% de hemicelulose e 1,77% de lignina para resíduos do beneficiamento têxtil do algodão antes do processo de tingimento do tecido.

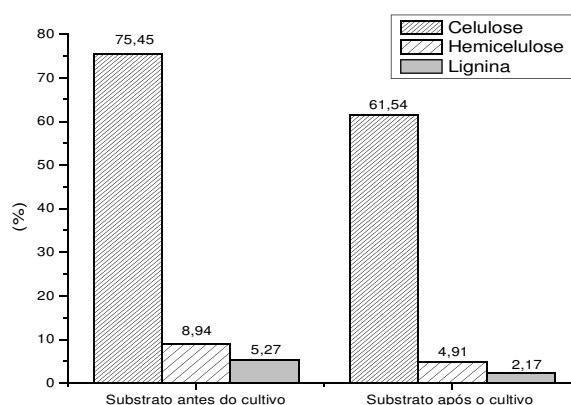


Figura 26 – Teor de celulose (%), hemicelulose (%) e lignina (%) para o substrato (2:1) antes e após o cultivo de *P. ostreatus*.

Rajaratnam *et al.* (1989) demonstraram que os fungos da classe dos basidiomicetos têm a capacidade de degradar a lignina, que é removida do substrato devido ao complexo enzimático (lacase, lignina peroxidase e manganês peroxidase) apresentado por estes fungos.

Kerem *et al.* (1992) quando avaliaram a composição do caule do algodoeiro observaram um teor de 47% de celulose e 22% de lignina. Após o cultivo de *P. ostreatus*, 30% da celulose e 45% da lignina foram degradados em 30 dias.

Este estudo, assim como nossos resultados, mostram que após o cultivo de *P. ostreatus* a maior degradação é verificada na lignina. Este comportamento também foi observado por Silveira (2003) e Bonatti (2001) quando cultivaram *P. ostreatus* em palha de bananeira. O substrato palha de bananeira, após o cultivo com 20% de inóculo de *P. ostreatus*, em um fluxo produtivo teve uma redução de aproximadamente 30%, 45% e 55% para celulose, hemicelulose e lignina, respectivamente (SILVEIRA, 2003). Já Bonatti (2001) trabalhando com fração de 10% inóculo de *P. ostreatus*, em dois fluxos produtivos, obteve uma redução de 54% para celulose, 51% para hemicelulose e 68% para lignina. Como era de se esperar, a degradação da celulose e da hemicelulose aumentou com a realização de mais fluxos produtivos.

Já Ortega *et al.* (1992) quando cultivaram *P. ostreatus* sobre resíduos de cana de açúcar observaram um teor de celulose de 31%, de hemicelulose de 23% e de lignina de 19%, para o substrato antes do cultivo. Diferente do observado pela maioria dos autores, a redução destes teores após o cultivo do fungo foi de 55% para a celulose, 74% para a hemicelulose e 47% para a lignina.

De acordo com Tuor *et al.* (1995), a maior ou menor degradação dos componentes depende do substrato, da suplementação, da espécie cultivada e das condições ambientais estabelecidas para o cultivo.

5.3.2 Digestibilidade, nutrientes digestíveis totais e fibra bruta

A Figura 27 apresenta os teores de digestibilidade, nutrientes digestíveis totais e fibra bruta encontrados no substrato antes e após o cultivo de *P. ostreatus*.

Observa-se na Figura 27 que a digestibilidade do substrato antes do cultivo de *P. ostreatus* é de 54,17% e após 67,87% com um aumento de 25,3%. Os nutrientes digestíveis totais apresentaram um aumento de 27,3% após o cultivo do fungo. Já o teor de fibra bruta diminuiu de 66,22% para 54,88%.

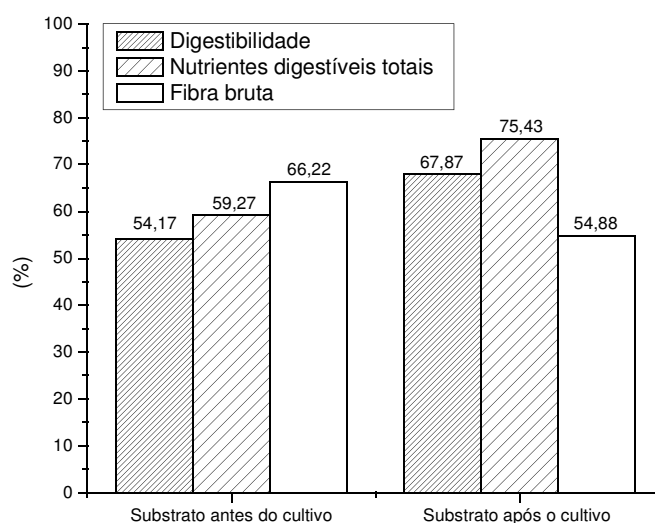


Figura 27 – Teor de digestibilidade (%), nutrientes digestíveis totais (%) e fibra bruta (%) para o substrato (2:1) antes e após o cultivo de *P. ostreatus*.

O resíduo de algodão, utilizado neste trabalho, apresentou um menor aumento na digestibilidade e nos nutrientes digestíveis totais quando comparado ao resíduo palha de bananeira, que após um fluxo produtivo de *P. ostreatus*, apresentou 199,2% e 189,2% de aumento da digestibilidade e dos nutrientes digestíveis totais, respectivamente (SILVEIRA, 2003). No entanto, a autora constatou que a digestibilidade da palha de bananeira, antes do cultivo do fungo, era de 13%, ou seja, quatro vezes menor que a o resíduo de algodão de nosso trabalho (54,17%). Após o cultivo de *P. ostreatus* com 20% de inóculo a autora detectou uma digestibilidade de 38,9%.

Segundo Moyson e Verachttert (1991) a digestibilidade do substrato está diretamente relacionada com o teor de lignina. A Figura 26 mostra um valor de lignina no substrato (2:1), antes do cultivo do fungo, de 5,27%. O teor de lignina da palha de bananeira, antes do cultivo, observado por Silveira (2003) foi 12,27%. Assim, fica evidente o alto valor encontrado para a digestibilidade do substrato (2:1), antes do cultivo, e consequentemente, um menor aumento na digestibilidade, após o cultivo (Figura 27).

Bonatti (2001) observou um aumento de 52,5% da digestibilidade da palha de arroz após um fluxo produtivo de *P. ostreatus* e de 65,4% após o cultivo de *P. sajor caju*. Em palha de trigo o aumento da digestibilidade, após o cultivo de *P. ostreatus*, foi de 19,7% (NICOLINI *et al.*, 1993).

A Figura 27, no entanto, mostra que o cultivo do fungo melhorou as qualidades do substrato residual (2:1) em termos de digestibilidade, contribuindo para a observação, já feita

anteriormente, de que este substrato residual pode vir a ser utilizado na produção de fungos decompositores secundários em processo sequencial, ou como suplemento de ração animal (SCARIOT *et al.*, 2000).

Aliada a esta possibilidade está a quantidade de fibra bruta (54,88%), ainda encontrada, no substrato após o cultivo. Silveira (2003) encontrou para a palha de bananeira um teor de fibra bruta de 27,89% para o substrato antes do cultivo e de 25,66% para o substrato após o cultivo de *P. ostreatus* com 20% de inóculo. A quantidade de fibra bruta encontrada na palha de bananeira, após o cultivo do fungo, é cerca de 53% menor que a encontrada no resíduo de algodão. Scariot *et al.* (2000) ao avaliarem o teor de fibra bruta em resíduo de algodão obtiveram cerca de 55% para o resíduo antes do cultivo e 42% para o resíduo após o cultivo de *P. ostreatus*, ou seja, uma diminuição em torno de 23%. Em nosso trabalho esta diminuição foi de 17,12%.

5.3.3 Nitrogênio total, proteína bruta e cinzas

A Figura 28 apresenta os teores de nitrogênio total, proteína bruta e cinzas para o substrato (2:1) antes e após o cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Observa-se que nitrogênio total teve um aumento de 60% enquanto proteína bruta e cinzas um aumento de 59,6% e 5,7%, respectivamente, após o cultivo do fungo. Segundo BMF (2006) o teor de proteínas determinado em fibra de algodão em base seca é 0,9%, 3,4 vezes menor que o encontrado para o substrato (2:1) que contém, além da fibra, pericarpo, tegumento da semente e fibrila de algodão.

Scariot *et al.* (2000), após o cultivo de *P. ostreatus* em resíduo de algodão (pericarpo+fibras+tegumento de semente), encontrou um aumento no teor de proteína bruta em torno de 50%. Ortega *et al.* (1992) observaram um aumento de 32,1% no teor de nitrogênio após o cultivo de *P. ostreatus* em resíduos de cana-de-açúcar. Yildiz *et al.* (1998) obtiveram um aumento no teor de nitrogênio de 0,52% para 3,75% após o cultivo de *P. ostreatus* em palha de trigo.

A palha de bananeira após um fluxo produtivo de *P. ostreatus* e de *P. sajor caju* teve um aumento no teor de nitrogênio de 101,6%. Já, a palha de arroz após um fluxo produtivo de *P. ostreatus* e *P. sajor caju* apresentou um aumento no teor de nitrogênio de 35,7 e 37,5%, respectivamente (BONATTI, 2001).

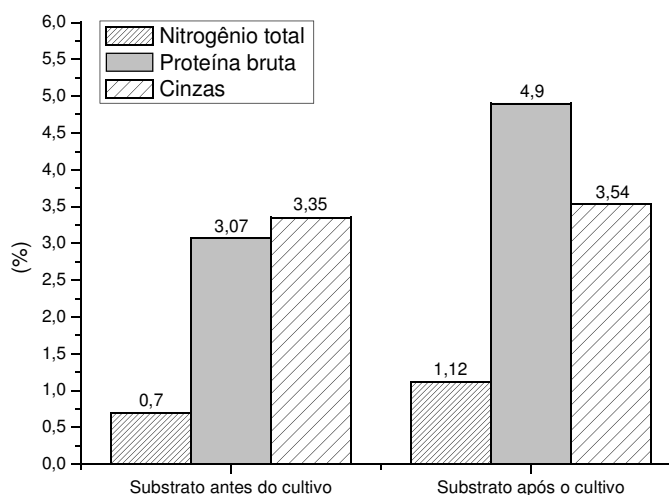


Figura 28 – Caracterização do substrato constituído por 67% de resíduo têxtil da fiação e 33% de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), em termos de nitrogênio total (%), cinzas (%) e proteína bruta (%), antes e após o cultivo de *Pleurotus ostreatus*, com 20% de fração de inóculo em um fluxo produtivo.

Os resultados apontados na literatura vêm de encontro ao exposto por Bonatti (2001) que relaciona o aumento do teor de nitrogênio ao crescimento do micélio sobre o substrato, que após o cultivo, agrega a composição micelial nos seus resultados. No entanto, Singh (1996), ao observarem um aumento na concentração de nitrogênio em palha de cereais, após o cultivo de cogumelos comestíveis, atribuíram este aumento à perda de carbono durante o período de incubação.

Silva *et al.* (2007b) ao estudarem diferentes composições de substrato à base de capim coast-cross, bagaço de cana, farelo de trigo e uréia, variando o teor de nitrogênio entre 0,65 e 2,2% para produção de *P. sajor caju*, verificaram que as composições que apresentavam teores de nitrogênio superiores a 1,3% inibiram a colonização do substrato. A composição contendo 0,85% de nitrogênio favoreceu o rendimento (35,9%).

De acordo com a Figura 28, o resíduo de algodão (2:1) apresenta um teor de nitrogênio de 0,7%, proporcionando um rendimento de 48% em corpos frutíferos (Figura 21), superior ao encontrado por Silva *et al.* (2007b).

Kutlu *et al.* (2000) cultivando *Pleurotus florida* em palha de trigo, verificaram um aumento do teor de proteína em torno de 60%, após o cultivo. Valor similar ao encontrado em nosso trabalho para o resíduo de algodão (58,4%).

O conteúdo de cinzas em fibra de algodão em base seca, conforme dados da BMF (2006), é de 1,3%, 2,5 vezes menor que o encontrado em nosso trabalho (3,35%). Já, Kerem

et al. (1992) encontraram 6,4% de cinzas no caule do algodoeiro, cerca de 91% a mais do que o encontrado no resíduo de algodão utilizado em nosso trabalho (Figura 28).

Segundo a Figura 28, o conteúdo de cinzas teve um aumento de 5,7% após o cultivo. Bonatti (2001), após o cultivo de *P. ostreatus* em palha de arroz, encontrou um aumento de 10% no teor de cinzas. Kutlu *et al.* (2000) também observaram um aumento no teor de cinzas (14,9%), após o cultivo de *P. florida* em palha de trigo. Silveira (2003) cultivando *P. ostreatus* em palha de bananeira, após um fluxo produtivo com 10% de inóculo, obteve um aumento no teor de cinzas de 17,6 %. Já o resíduo de cana-de-açúcar, após o cultivo de *P. sajor caju*, apresentou um aumento no teor de cinzas de 33,3% (Ortega *et al.* 1992).

Segundo Sturion (1994) o aumento no teor de cinzas, após o cultivo, é devido à utilização da matéria orgânica pelo fungo. O aumento de apenas 5,7% no teor de cinzas, pode estar relacionado, então, com a perda de matéria orgânica (PMO) de apenas 15%, para o substrato (2:1) (Figura 25), inferior, por exemplo, ao valor de PMO (23,6%) encontrado por Silveira (2003) em palha de bananeira, após um fluxo produtivo de *P. ostreatus* com 20% de inóculo, onde observou um aumento no teor de cinzas de 91,9%.

5.3.4 Valor calórico, carboidratos e gordura bruta

A Figura 29 apresenta o valor calórico e os teores de gordura bruta e carboidratos para o substrato antes e após o cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Observa-se que o substrato, antes do cultivo apresenta um alto valor calórico (102,66 Kcal) e baixo teor de gordura bruta (2,14%). Após o cultivo do fungo houve um aumento no valor calórico de aproximadamente 48% e em carboidratos de 65,7%, porém, o teor de gordura bruta caiu em 21,5%.

Silveira (2003) ao avaliar o teor de lipídeos da palha de bananeira antes e após o cultivo de *P. ostreatus* com 20% de inóculo em dois fluxos produtivos, observou uma redução de 3,46% para 2,08%, ou seja, aproximadamente 40%. O resíduo de algodão utilizado por Scariot *et al.* (2000) apresentou um decréscimo de aproximadamente 70%, no teor de lipídeos, após o cultivo de *P. ostreatus*.

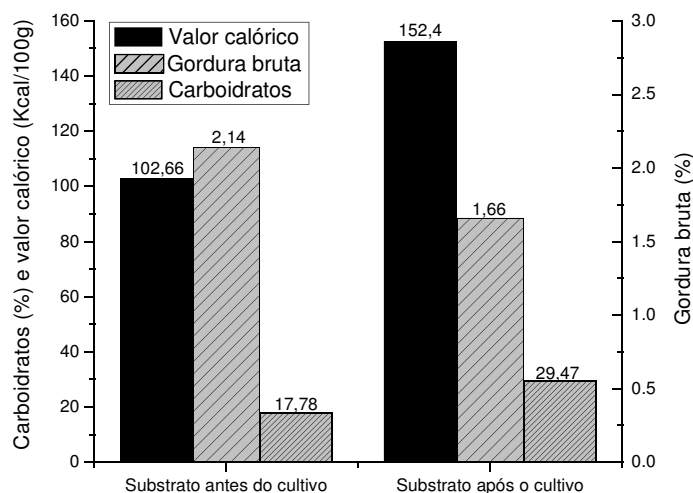


Figura 29 – Caracterização do substrato constituído por 67% de resíduo têxtil da fiação e 33% de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), em termos de valor calórico (Kcal/100g), carboidratos (%) e gordura bruta (%), antes e após o cultivo de *Pleurotus ostreatus*, com 20% de fração de inóculo em um fluxo produtivo.

O teor de 3,8% de açúcares solúveis totais foi medido por Kerem *et al.* (1992) no caule de algodoeiro, já o resíduo de algodão utilizado em nosso trabalho apresentou um teor de carboidratos de 17,78%. O aumento deste valor para 29,47%, após o cultivo do fungo, pode estar relacionado ao crescimento do micélio, que segundo Rajarathnam *et al.* (1989), há um aumento do conteúdo de monossacarídeos redutores durante a colonização micelial e uma pequena redução após a frutificação. Esta redução, provavelmente está associada à necessidade de energia para a formação de corpos frutíferos.

O valor calórico é uma estimativa a partir dos conteúdos de proteína, lipídeos e carboidratos (CRISAN e SANDS, 1978). Observa-se na Figura 29 que, após o cultivo o valor energético aumenta em 48%, muito provavelmente, devido à biomassa micelial, pois o valor calórico de corpos frutíferos cultivados em palha de bananeira, por exemplo, fica em torno de 300 Kcal/100g (BISARIA *et al.*, 1987).

5.3.5 Minerais

A Figura 30 (a e b) apresenta a composição em diversos minerais (%) do substrato (2:1) antes e após o cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

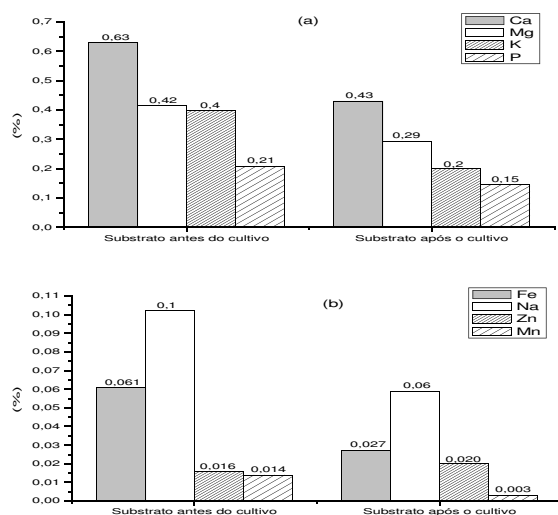


Figura 30 – Caracterização do substrato constituído por 67% de resíduo têxtil da fiação e 33% de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), em termos de macrominerais (a) e microminerais (b), antes e após o cultivo de *Pleurotus ostreatus*, com 20% de fração de inóculo em um fluxo produtivo.

Observa-se na Figura 30 que os teores de todos os minerais analisados, exceto zinco, no substrato após o cultivo, são menores que os do substrato antes do cultivo. Este fato pode estar relacionado com a absorção destes minerais para o desenvolvimento dos corpos frutíferos (SCARIOT *et al.*, 2000). No caso do zinco, o aumento de seu percentual, no substrato após o cultivo, pode ser devido à diminuição de matéria orgânica após o cultivo do fungo (STURION, 1994) e ao percentual relativo aos 20% de inóculo utilizado, material este, não adicionado no substrato antes do cultivo.

Madan *et al.* (1992) encontraram menor teor de minerais nos substratos *Ricinus communis* e *Morus Alba* após o cultivo de *P. sajor caju*. Os autores atribuíram esta redução à utilização dos elementos minerais durante o crescimento do fungo.

Scariot *et al.* (2000) também verificaram uma redução no teor de minerais como P, K, Mg, Fe, Mn e Ca após o cultivo de *P. ostreatoroseus* e de *P. ostreatus* e explicam que os mesmos foram consumidos no desenvolvimento dos corpos de frutificação.

Cherry e Leffler (1984) caracterizaram os minerais do caroço de algodão com línter, similar ao resíduo da fiação (1:0) e obtiveram 0,14% de Ca, 0,35% de Mg, 1,14% de K, 0,56% de P, 0,008% de Na, 0,005% de Fe, 0,0033 % de Zn e 0,0015% de Mn, todos, salvo o valor do teor de K, são menores que os encontrados para o resíduo (2:1) de nosso trabalho. Já o COTTON SEED FEED PRODUCTS GUIDE (1998) mostra valores de 0,21% de Ca, 0,65% de Mg, 1,18% de K, 1,14% de P, 0,007% de Na, 0,010% de Fe, 0,0063% de Zn e 0,0018% de Mn para a torta de algodão que é um subproduto da extração de óleo da semente de algodão.

5.4 COMPOSIÇÃO DOS CORPOS FRUTÍFEROS

Os corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* obtidos do cultivo em substrato constituído por 67% de resíduo têxtil da fiação e 33% de resíduo têxtil da tecelagem (2:1) foram caracterizados em termos de nitrogênio total (%), proteína bruta (%), cinzas (%), fibra bruta (%), gordura bruta (%), carboidratos (%), valor calórico (Kcal/100g) (Figura 31) e minerais (%) (Figura 32).

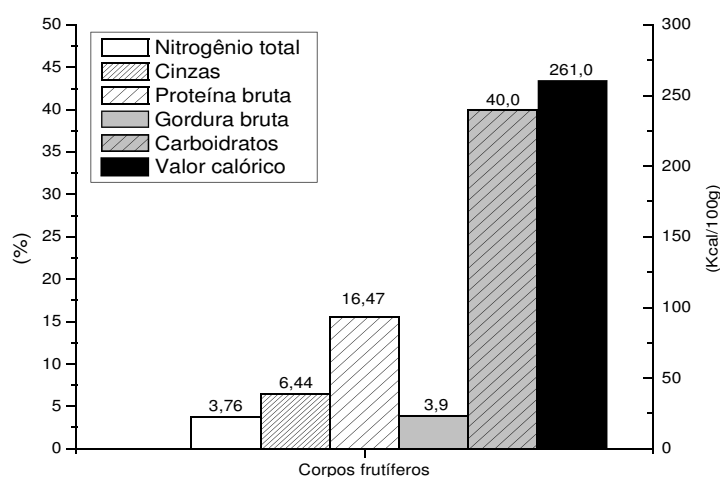


Figura 31 – Composição dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* cultivado em substrato constituído por 67% de resíduo têxtil da fiação e 33% de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), com 20% de fração de inóculo em um fluxo produtivo, em termos de nitrogênio total (%), proteína bruta (%), cinzas (%), fibra bruta (%), gordura bruta (%), carboidratos (%) e valor calórico (Kcal/100g).

A Tabela 5 apresenta resultados de diferentes autores com respeito à composição de cogumelos comestíveis cultivados em diferentes substratos.

Tabela 5 – Composição de cogumelos comestíveis em termos de proteína bruta, gordura bruta, carboidratos, fibra bruta e cinzas, cultivados em diferentes substratos.

Microrganismo	Substrato	Proteína bruta (%)	Gordura bruta (%)	Carboidratos (%)	Fibra bruta (%)	Cinzas (%)	Referências
<i>Pleurotus sajor caju</i>	Capim coast-cross e bagaço de cana	20,4	2,03	-	3,84	5,64	Silva <i>et al.</i> (2007b)
<i>Shiitake</i> comercial	-	17,97	2,44	70,68	41,92	8,92	Furlani e Godoy (2007)
<i>Shimeji</i> comercial	-	16,19	2,46	75,74	39,62	5,61	Furlani e Godoy (2007)
<i>Champignon</i> comercial	-	31,57	5,79	50,42	20,44	12,23	Furlani e Godoy (2007)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de bananeira (20% de inóculo)	23,34	-	30,68	2,95	6,9	Silveira (2006)
<i>Pleurotus</i> sp. IE136	Palhas	27,8	4,58	-	11,1	4,42	Toro <i>et al.</i> (2006)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de bananeira	16,9	5,97	47,0	9,41	5,58	Bonatti <i>et al.</i> (2004)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de arroz	13,1	6,32	47,6	9,86	6,13	Bonatti <i>et al.</i> (2004)
<i>Pleurotus sajor caju</i>	Palha de bananeira	18,4	5,26	43,0	7,6	5,14	Bonatti <i>et al.</i> (2004)
<i>Pleurotus sajor caju</i>	Palha de arroz	13,0	4,99	42,8	9,6	5,59	Bonatti <i>et al.</i> (2004)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Resíduo de algodão	14,96	8,13	-	31,67	-	Scariot <i>et al.</i> (2000)
<i>Pleurotus ostreatoroseus</i>	Resíduo de algodão	19,7	5,48	-	33,67	-	Scariot <i>et al.</i> (2000)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Palha de trigo	17,26	1,1	26,33	32,14	7,66	Justo <i>et al.</i> (1998)

Proteína é um importante componente dos cogumelos. O teor protéico depende, entre outros, da composição do substrato, do tamanho do píleo, do tempo de cultivo e da espécie fúngica. Geralmente, este teor varia entre 19 e 39% (BERNAS *et al.*, 2006). Depende também do fator de correção utilizado Nx4,38 ou Nx6,25. O fator de conversão de nitrogênio total em proteína, normalmente utilizado é de 4,38. Segundo Miles e Chang (1997) este fator de correção para o cálculo de proteína é dado em consequência do nitrogênio não protéico contido na parede celular dos fungos, o qual é digerido e detectado no método de determinação do conteúdo de nitrogênio protéico (método Kjeldhal).

A Figura 31 apresenta um teor de proteína bruta nos corpos frutíferos de 16,47%. Comparando este resultado com os resultados da Tabela 5, observa-se que está de acordo com os valores encontrados para *P. ostreatus* cultivado em diferentes substratos. Valores superiores de proteína bruta foram encontrados por Toro *et al.* (2006), 27,8% para uma espécie de *Pleurotus* e por Furlani e Godoy (2007), 31,57%, porém, para uma espécie do gênero *Agaricus* (Champignon).

De acordo com a Figura 31 o valor de 15,52% encontrado para fibra bruta é praticamente a metade do encontrado por Scariot *et al.* (2000) cultivando *P. ostreatus* e *P. ostreatoroseus* também em resíduo de algodão conforme mostra a Tabela 5. Um valor de 39,62% de fibra bruta foi obtido por Furlani e Godoy (2007) em uma espécie comercial de *Shimeji*. Já Furlan *et al.* (2008) obtiveram apenas 2,95% de fibra bruta cultivando *P. ostreatus* em palha de bananeira. Sendo assim, observa-se que o valor de fibra bruta varia muito de acordo com o substrato utilizado e a espécie fúngica.

Na Tabela 5 pode-se observar que os valores de cinzas obtidos nos cultivos de *P. ostreatus*, *P. sajor caju* e *P. ostreatoroseus* permanecem entre 5,14 e 7,66% tendo os corpos frutíferos de nosso trabalho o valor de 6,44%, permanecendo na faixa média dos valores encontrados na literatura. Já Furlani e Godoy (2007) analisando uma espécie do gênero *Agaricus*, *Champignon* comercial, obtiveram valor de 12,33%.

Hadar e Cohen-Arazi (1986) utilizando restos vegetais de algodão para o cultivo de *P. ostreatus* encontraram um teor de cinzas nos corpos frutíferos de 6,1%. Patrabansh e Madan (1997), em *P. sajor caju*, cultivado em diferentes resíduos agroindustriais, chegaram a valores entre 6,22 e 7,89%.

O teor de gordura em cogumelos é baixo. No entanto, mais de 70% desta gordura é composta por ácidos graxos insaturados (BERNAS *et al.*, 2006). O teor de gordura observado na Figura 31 é de 3,9% um dos mais baixos se comparado aos reportados na literatura (Tabela 5). O teor mais baixo (1,1%) foi encontrado em *P. ostreatus* cultivado em palha de trigo

(JUSTO *et al.*, 1998). Os resíduos de algodão utilizados por Scariot *et al.* (2000), propiciaram o teor de gordura de *P. ostreatus* (8,13%) e de *P. ostreatoroseus* (5,48%).

De acordo com a Figura 31, 40% de carboidratos foram encontrados nos corpos frutíferos e observam-se altos valores de carboidratos (26,33 a 75,74%) para os corpos frutíferos apresentados na Tabela 5. De acordo com Bernas *et al.* (2006), dos constituintes dos cogumelos, os carboidratos são encontrados em grande quantidade, variando de 16 a 85% .

O valor calórico dos corpos frutíferos de 261 Kcal/100g está de acordo com o encontrado por Bisaria *et al.* (1987) para *P. sajor caju* cultivado em palha de bananeira (297Kcal). Ortega *et al.* (1993), cultivando *P. ostreatus* em palha de cana de açúcar, obtiveram 210 Kcal. No entanto, Silveira (2003), cultivando *P. ostreatus* em palha de bananeira observou um valor mais baixo, 173,55 Kcal para os corpos frutíferos. Segundo Justo *et al.* (1998) uma das principais qualidades dos cogumelos comestíveis é seu baixo valor calórico, podendo-se utilizá-los em dietas alimentares que necessitam de restrições calóricas.

A Figura 32 (a e b) apresenta a composição em diversos minerais (%) dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*. De acordo com Chang e Miles (1989), os cogumelos em geral são boa fonte de minerais. Estes são absorvidos do substrato pelo micélio em crescimento e translocados para os corpos frutíferos.

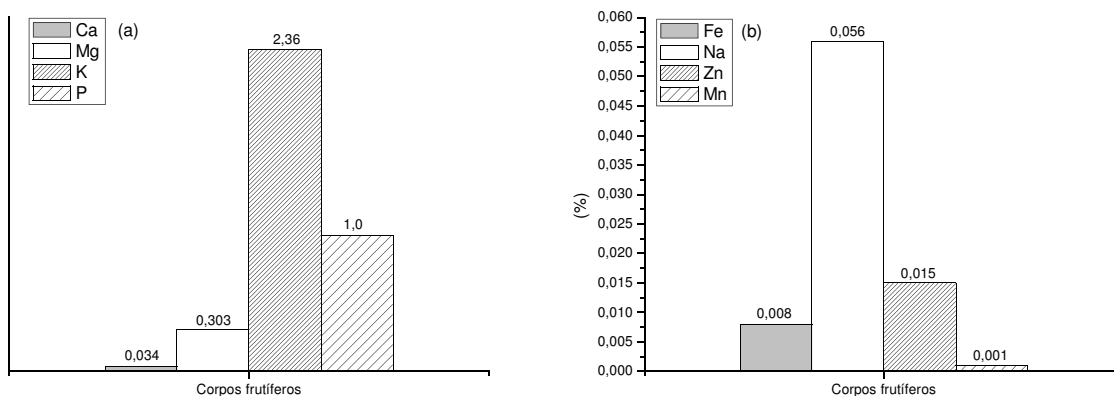


Figura 32 – Caracterização dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* cultivados em substrato composto por 67% de resíduo têxtil da fiação e 33% de resíduo têxtil da tecelagem (2:1), com 20% de fração de inóculo em um fluxo produtivo, em termos de macrominerais (a) e microminerais (b).

Observam-se na Figura 32 (a) teores mais elevados de K (2,36%) e de P (1,0%) que de Mg (0,3%) e Ca (0,034%).

Dentre os macrominerais, o potássio e o fósforo são acumulados pelos corpos frutíferos de *P. ostreatus* em maior percentual do que o encontrado no substrato antes do cultivo (Figura 30 (a)) e dentre os microminerais, o zinco aparece com um percentual (0,015%) muito similar ao encontrado no substrato antes do cultivo (0,016%). De acordo com Sturion e Oetterer (1995), cultivando *Pleurotus* spp. em palha de trigo e palha de bananeira mais bagaço de cana, o ferro apareceu em maior quantidade, seguido do zinco. Segundo os autores, o zinco é o único micromineral que aparece nos corpos de frutificação em quantidades superiores às encontradas nos substratos iniciais, confirmando a tendência destas espécies à bioacumulação de minerais. Cabe ressaltar, novamente, que os corpos frutíferos são provenientes do substrato que continha 20% de inóculo, podendo este inóculo ter sido responsável pelo aumento do percentual de Zn no substrato após o cultivo (Figura 30(b)) e consequentemente pelo maior acúmulo de Zn nos corpos frutíferos.

Fernando *et al.* (2005) utilizando palha de milho e carolo de milho na proporção (1:1) obtiveram teores de 2,39% de K e de 0,10% de P para corpos frutíferos de *P. ostreatus*. Sturion e Ranzani (2000) avaliaram a composição mineral de sete espécies de *Pleurotus*, obtidos de cultivadores de cogumelos. Estes apresentaram, em média, 3,28% de K e 1,41% de P, sendo, segundo os autores, os maiores componentes de minerais, geralmente encontrados no gênero *Pleurotus*. Os dados obtidos em nosso trabalho contribuem para esta afirmação. Manzi *et al.* (1999) também encontraram K como o elemento mineral em maior abundância em diferentes espécies de *Pleurotus* (2,18 a 3,44%). Sturion e Oetterer (1995) obtiveram valores de K de 0,99 a 2,98% seguido pelo fósforo (0,38 a 1,22%) para *Pleurotus* spp.

Com relação ao Mg, Sturion e Ranzani (2000) obtiveram, para as espécies de *Pleurotus* chamadas *Shimeji*, valores médios de 0,19%. Manzi *et al.* (1999) encontraram teores de 0,12 a 0,2% de Mg e Sturion e Oetterer (1995) 0,07 a 0,18% de Mg, para diferentes espécies de *Pleurotus*, valores inferiores ao encontrado em nosso trabalho (0,303%). No entanto, Fernando *et al.* (2005) verificaram que *P. ostreatus* cultivado em palha de milho e carolo de milho, chegaram a 0,36% de Mg.

Dentre os macronutrientes Ca aparece em concentrações mais baixas (CHANG e MILES, 1989). Para diferentes espécies de *Pleurotus* vários valores de Ca foram encontrados, 0,05% (FERNANDO *et al.*, 2005), 0,01% (STURION e RANZANI, 2000), 0,019% (MANZI *et al.*, 1999, YILDIZ *et al.*, 1998), 0,79 a 1,85% (JUSTO *et al.*, 1998), 0,032% (MADAN *et al.*, 1992). Em nosso trabalho, 0,034% de Ca foram encontrados nos corpos frutíferos de *P. ostreatus*.

Scariot *et al.* (2000) cultivando *P. ostreatoroseus* em resíduo (pericarpo + fibras + tegumento da semente) de algodão determinaram os minerais dos corpos frutíferos com resultados similares ao deste trabalho, ou seja, valores mais elevados para potássio (6,5%), fósforo (1,5%) e magnésio (1,1%) e valores traços para Ca, Fe, Zn e Mn. Os teores mais elevados K, P e Mg obtidos por Scariot *et al.* (2000) em relação a este trabalho podem ser justificados por características do solo onde estes algodoeiros foram cultivados.

A Figura 32 (b) mostra que dentre os micronutrientes o Na encontra-se em maior quantidade (0,056%), seguido do Zn (0,015%), Fe (0,008%) e Mn (0,001%).

Fernando *et al.* (2005), utilizando palha de milho e carolo de milho na proporção (1:1), obtiveram teores de 1,86 e 0,99% de Na para corpos frutíferos de *P. ostreatus* e *P. sajor caju*, respectivamente. Sturion e Ranzani (2000), avaliando diversas espécies de *Pleurotus* obtidas de cultivadores obtiveram 0,0052 a 0,038% de Na, 0,009 a 0,019% de Zn, 0,01 a 0,019% de Fe e 0,001 a 0,0015% de Mn. Yildiz *et al.* (1998) encontraram teores de 0,013% de Zn e de Fe, 0,003% de Mn em *P. ostreatus* cultivado em palha de milho. Em *P. sajor caju* cultivado em palha de forrageira, Madan *et al.* (1992) obtiveram 0,19% de Na e 0,0076% de Fe.

Como pôde ser observado, a literatura apresenta uma elevada variação nos teores de minerais encontrados em *Pleurotus*. A Figura 32 mostra, então, que os valores obtidos para *P. ostreatus* cultivado em resíduo de algodão da indústria têxtil estão de acordo com a literatura. No entanto, segundo alguns autores (KALAC e SVODOBA, 2000; STURION e OETTERE, 1995; BISARIA e MADAN, 1983) a variação do conteúdo mineral no cogumelo é reflexo da variação do conteúdo mineral no substrato. Assim, como a maioria dos autores utilizou resíduos agroindustriais para o cultivo do gênero *Pleurotus*, pode-se sugerir que o resíduo de algodão da indústria têxtil seja um bom substrato para o cultivo de *P. ostreatus*.

Os teores de metais tóxicos tais como Cd, Cr, Pb, Hg, Co e Ni não foram avaliados neste trabalho devido ao fato de que os corantes utilizados para o tingimento dos fios de algodão não são os pré-metalizados. Porém, Sturion e Ranzani (2000) analisaram os teores de alguns minerais tóxicos (Cd, Pb, Hg, Cr, Ni, Se e As) de diferentes espécies de *Pleurotus* obtidas de cultivadores e compararam com os limites permitidos pelo decreto nº. 55871 da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos. Os autores não puderam afirmar que os cogumelos avaliados estivessem livres da contaminação por Pb, Cr e Hg. Assim, sugere-se, então, que análises de metais tóxicos sejam realizadas nos corpos frutíferos de *P. ostreatus* obtidos em nosso trabalho.

CONCLUSÕES

- A fração de inóculo de 20% foi a que apresentou menor tempo de colonização micelial (10,5 dias) e maior produtividade (0,37 g/dia).
- O substrato constituído por 67% de resíduo da fiação e 33% de resíduo da tecelagem, ou seja, na proporção (2:1), apesar de não apresentar diferenças significativas de eficiência biológica, tempo de colonização micelial e produtividade com as demais proporções, foi preferido, devido ao fato de que na indústria têxtil o resíduo da fiação é gerado em quantidades maiores que o resíduo da tecelagem.
- Os parâmetros de produção obtidos com os resíduos de algodão da indústria têxtil são similares aos encontrados utilizando-se resíduos agroindustriais, comumente utilizados para o cultivo de cogumelos.
- O substrato na proporção (2:1) (resíduo de fiação: resíduo de tecelagem) antes do cultivo de *Pleurotus ostreatus*, apresentou maior teor de celulose (75,45%), seguido de hemicelulose (8,94%) e lignina (5,27%) e após o cultivo a maior degradação foi verificada na lignina (58,82%).
- Após o cultivo de *P. ostreatus* houve um aumento de 25,3% na digestibilidade do substrato contendo ainda 54,88% de fibra bruta e 4,9% de proteína bruta, podendo vir a ser utilizado como suplemento de ração animal ou como substrato para a produção de fungos decompositores secundários, como por exemplo, o gênero *Agaricus*.
- Os minerais Ca, Mg, K, P, Fe, Na e Mn sofreram redução no substrato após o cultivo de *P. ostreatus* sendo bioacumulados nos corpos frutíferos.
- Os corpos frutíferos de *P. ostreatus* apresentaram maior afinidade por potássio (2,36%) e fósforo (1,00%) que foram encontrados em maior quantidade que os demais minerais (Ca, Mg, Fe, Na, Zn e Mn).

- *Pleurotus ostreatus* cultivados em resíduos de algodão da indústria têxtil apresentaram 16,47% de proteína bruta, 15,52% de fibra bruta, 6,44 de cinzas, 3,9% de gordura bruta, 40% carboidratos e 289,3 Kcal/100g de valor calórico. Estes valores estão de acordo com os encontrados na literatura para diferentes espécies de *Pleurotus* cultivados em diversos resíduos agroindustriais, conferindo ao resíduo de algodão da indústria têxtil potencialidade na produção de corpos frutíferos de *P. ostreatus* com valor nutricional.

PERSPECTIVAS

- Avaliar o tempo de pasteurização do substrato, pois neste trabalho foi utilizado o tempo de 4 horas, sugerido na literatura, no entanto, talvez, um menor tempo seja suficiente;
- Caracterizar o inóculo da mesma forma que os substratos antes e após o cultivo foram caracterizados;
- Avaliar os parâmetros de produção em mais de um fluxo produtivo;
- Avaliar a suplementação do substrato de resíduos de algodão com diferentes frações de farelo de soja, trigo, arroz e milho;
- Avaliar a utilização do resíduo digerido por *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 para o cultivo de fungos do gênero *Agaricus* e também para a alimentação animal;
- Caracterizar quimicamente o resíduo de algodão da fiação e da tecelagem individualmente;
- Determinar o teor de gossipol nos corpos frutíferos e no resíduo de algodão;
- Determinar as vitaminas dos corpos frutíferos;
- Determinar metais pesados como Cd, Pb, Hg, Cr, Ni, Se e As no resíduo de algodão e nos corpos frutíferos.

REFERÊNCIAS

- ADAD, J.M.T. *Controle químico de qualidade*. Belo Horizonte: Editora Veja S.A., 1969.
- AGUIAR NETO, P.P. *Fibras Têxteis*. Rio de Janeiro: SENAI-DN: SENAI-CETIQT: CNPq: IBICT: PADCT: TIB, 1996.
- ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W. *Introductory Mycology*. 4th edition. John Wiley INC, USA. 869 p., 1996.
- ALMEIDA, O.C. *Caracterização e cinética ruminal de resíduos têxtil da fibra de algodão submetido a diferentes tratamentos*. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz, 2003.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz, 2007.
- A.O.A.C. *Association of Official Analytical Chemists*. Official Methods of the AOAC International, 18th ed. Maryland: AOAC, 2005.
- BALLAMINUT, C. *Cultura do algodão*. Disponível em: <<http://www.algodao.agr.br>>. Acesso em: 25 out. 2007.
- BELTRÃO, N.E.M.; VALE, L.S.; XAVIER, J.F. In: FREIRE, E.C. *Industrialização do caroço do algodão*. 1. ed. Brasília: ABRAPA, cap. 24, p. 853-866, 2007.
- BERNAS, E.; JAWORSKA, G.; LISIEWSKA, Z. Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, v. 5, n.1, p. 5-20, 2006.
- BISARIA, R.; MADAN, M. Mushrooms: potential protein source from cellulosic residues. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 5, n. 4, p. 251-259, 1983.
- BISARIA, R.; MADAN, M.; BISARIA, V.S. Biological efficiency and nutritive value of *Pleurotus sajor caju* cultivated on different agro-wastes. *Biological Wastes*, v. 19, n. 4, p. 239-255, 1987.
- BMF – Classificação de algodão. (Apostila fornecida pela Bolsa de Mercadorias & Futuro), 2006.

BONATTI, M. *Estudo do potencial nutricional de cogumelos do gênero Pleurotus cultivados em resíduos agro-industriais*. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química e de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001

BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES, H.M.; FURLAN, S.A. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Food Chemistry*, v. 88, p. 425-428, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde, ANVISA. Resolução – RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. D.O.U. de 26/12/2003. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 2003.

BURNS, P.J.; YEO, P.; KESHAVARZ, T.; ROLLER, S.; EVANS, C.S. Physiological studies of exopolysaccharide production from basidiomycetes *Pleurotus* sp. *Florida*; effect of C and N source on polysaccharide production for potential as a hypocholesterolemic, antitumor and a fat mimetic. *Enzyme and Microbia Technology*, n.34, p. 566-572, 1994.

BUSWELL, J.A.; ODIER, E.; KIRK, T.K. Lignin biodegradation. *Critical Reviews in Biotechnology*, v. 6, n. 1, p. 1-60, 1987

CANDELORO. Conquiste eficiência e supere os limites do tempo. Joboticabal-SP, (Folder) 2007.

CARDOSO, C.B.; ISRAEL, L. *Avaliação da atividade antimicrobiana e potencial polissacarídico dos extratos aquosos dos corpos frutíferos de Pleurotus ostreatus DSM 1833 e Pleurotus sajor caju CCB 019 ssp.* Monografia (Graduação em Farmácia Bioquímica), Universidade da Região de Joinville, 2005.

CASTRO, A.L.A.; PAIVA, P.C.A.; DIAS, E.S.; SANTOS, J. Avaliação das alterações bromatológicas e de degradabilidade do resíduo de lixadeira do algodão após tratamento biológico com *Pleurotus sajor caju*. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 3, p. 608-613, 2004.

CASTRO, A.L.A.; PAIVA, P.C.A.; BANYIS, V.L.; DIAS, E.S.; SANTOS, J. Avaliação da produção de *Pleurotus ostreatus sajor caju* (FR.) singer utilizando resíduo do beneficiamento têxtil do algodão como substrato. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 5, p. 1286-1290, 2007.

CHANG, S.T.; LAU, W.; CHO, K.Y. The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor caju*. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, p. 58-62, 1981.

CHANG, S.T.; MILES, P.G. A new look at cultivated mushrooms. *Bio Science*, v. 34, n. 6, p. 358-362, 1984.

CHANG, S.T.; MILES, P.G. The nutritional attributes and medicinal value of edible mushrooms. In: CHANG, S.T.; MILES, P.G. (Eds). *Edible mushrooms and their cultivation* (p. 27-40). Boca Raton, Fl: CRC Press, 1989.

CHANG, S.T.; MILES, P.G. Mushrooms: trends in production and technological development. *Genetic Engineering and Biotechnology*, p. 73-81, 1993.

CHENGHUA, D.; XIANGLIANG, Y.; XIAOMAN, G.; YAN, W.; JINGYAN, Z.; HUIBI, X. A β -D-glucan from the sclerotia of *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Sing. *Carbohydrate Research*, n. 328, p. 629-633, 2000.

CHERRY, J.P.; LEFFLER, H.R. In: KOHEL, R.J., LEWIS, C.F. *Cotton*. Madison: American Society of Agronomy, p. 512-570, 1984.

COLUMBUS, E.P.; VAN DOORN, D.W.; NORMAN, B.M.; SUTTON, R.M. *Cotton Ginners Handbook*, Washington: USDA, p. 90-102, 1994.

CONAB. *Quarto levantamento de avaliação da safra 2006/2007*. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4levsafra.pdf>>. Acesso em: 02 jul 2007.

CONNER, M.C.; RICHARDSON, C.R. Utilization of cotton plant residues by ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 65, n. 4, p. 1131-1138, 1987.

CORANTES. A química das cores. Disponível em <<http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/dye/corantes.html>>. Acesso em: 28 jun. 2007.

COTTONSEED FEED PRODUCTS GUIDE. Disponível em: <<http://www.cottonseed.com/feedprod.htm>> Acesso em: ago 2007.

COUTINHO, P.B.N.; FURLAN, S.A.; WISBECK, E.; GERN, R.M.M. Avaliação do potencial terapêutico de *Pleurotus ostreatus*. *Caderno de Iniciação à Pesquisa*, v. 6, p. 60-63, 2004.

CRISAN, E.V.; SANDS, A. Nutricional value. In: ST Chang and WA Hayes. *The biology and cultivation of edible mushrooms*, p. 137-165. Academic Press: London, 1978.

CUNHA, J.A.; MELOTTI, L.; LUCCI, C.S. Degradabilidade no rúmen da matéria seca e da proteína do caroço integral e do farelo de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) pela técnica dos sacos de náilon *in situ* com bovinos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 35, n. 2, p. 96-100, 1998.

DANTAS NETO, A.A.; DANTAS, T.N.C.; BELTRAME, L.T.C.; MOURA, M.C.P.A. Use of microemulsion for removal of color and dyes from textile wastewater. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, v. 79, n. 6, p. 645-650, 2004.

DIAS, E.S.; KOSHIKUMO, E.M. S.; SCHWAN, R.F.; SILVA, R. Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor caju* em diferentes resíduos agrícolas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 6, p. 1363-1369, 2003.

DONINI, L.P.; BERNARDI, E.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J.S. Efeito da suplementação com farelos nos crescimento *in vitro* de *Pleurotus ostreatus* em meios à base de capim-elefante (*Pennisetum* spp.). *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 73, n. 3, p. 303-309, 2006.

DURÁN, N.; ESPOSITO, E. Potential applications of immobilized enzymes and phenoloxidases-like compounds in wastewater and soil treatment: a review. *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 28, p. 83-99, 2000.

EMBRAPA II ALGODÃO. *Melhoramento do algodoeiro na Embrapa Algodão*. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/aldodao/melhora2001.html>>. Acesso em: 11 set 2006.

EMBRAPA ALGODÃO. *Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar*. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/subprodutos.htm#topo>> . Acesso em: 27 nov 2006.

ESPOSITO, E. AZEVEDO, J.L. *Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia*. Rio Grande do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 507 p., 2004.

FERNANDO, A.; PALMA, M.; OLIVEIRA, J.F.; SAPATA, M.M.; CANDEIAS, M.; RAMOS, C.; FIGUEIREDO, E. MIRANDA, F. AFONSO, A. Valorização de resíduos agrícolas: produção de cogumelos do gênero *Pleurotus*. *Alimentos do século XXI: matérias-primas, processos e produtos* - 7º Encontro de química dos alimentos, Viseu ESAV – IPV, 2005.

FERREIRA, I.L.; FREIRE, E.C. In: FREIRE, E.C. *Industrialização da Pluma*. 1. ed. Brasília: ABRAPA, cap. 25, p. 871-887, 2007.

FORGIARINI, E. *Degradação de corantes e efluentes têxteis pela enzima Horseradish peroxidase (HRP)*. 71 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2006.

FORTES, R.C.; NOVAES, M.R.C.G. Efeitos da suplementação dietética com cogumelos *Agaricales* e outros fungos medicinais na terapia contra o câncer. *Revista Brasileira de Cancerologia*, v. 52, p. 363-371, 2006.

FREIRE, E.C. *Algodão no cerrado do Brasil*. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007.

FURLAN, S.A.; VIRMOND, L.J.; MIERS, D.A.; BONATTI, M.; GERN, R.M.M.; JONAS, R. Mushroom strains able to grow at high temperatures and low pH values. *World Journal of Microbiology Biotechnology*, v. 13, n. 6, 1997.

FURLAN, S.A.; MENDONÇA, M.M.; GERN, R.M.M.; SANTOS, V.M.C.S.; ARAÚJO, R.P. Influencia da suplementação de palha de arroz na produção de *Pleurotus sajor caju*. *Revista Saúde e Ambiente*, v. 1, nº. 1, 2000.

FURLAN, S.A.; GERN, R.M.M.; WISBECK, E.; BONATTI, M.; SILVEIRA, M.L.L.; SILVA, H.H. Possibilities of *Pleurotus* applications in food, health and environmental technologies. In: KOUTINAS, A.; PANDEY, A.; LARROCHE, C. Ed. *Current Topics on Bioprocesses in Food Industry*. Asiatech Publishers, INC. Vol II, cap. 16, p. 197-203, 2008.

FURLANI, R.P.Z.; GODOY, H.T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n.1, p. 154-157, 2007.

GARCIA, I. CISNEROS, F; SEDRÉS, J.M. Estudio de la actividad antimicrobiana en el cultivo de *Pleurotus ostreatus* HB 184. *Alimentaria*, p. 63-65, 1998.

GERN, R.M.; WISBECK, E. RAMPINELLI, J.R.; NINOW, J.L.; FURLAN, S.A. Alternative médium for production of *Pleurotus ostreatus* biomass and potential antitumor polysaccharides. *Bioresource Technology*, p. 76-82, 2008.

GORINI, A.P.F. Panorama do setor têxtil no Brasil e no mundo: reestruturação e perspectivas. *BNDES Setorial*, n. 12, p. 17-50, 2000.

GUARATINI, C.C.I.; ZANONI, M.V.B. Corantes têxteis. *Química Nova*, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.

GUNDE-CIMERMAN, N. Medicinal value of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. (agaricales s.l., Basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, v. 1, p. 69-80, 1999.

GUZMAN, G. The fungi in the traditional medicine in Meso-América and México. *Revista Iberoamericana de Micología*, n. 12, p. 81-85, 1994.

HADAR, Y.; COHEN-ARAZI. Chemical composition of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* produced by fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 51, p. 1352-1354, 1986.

HARA M.; YOSHIDA, M.; MORIMOTO, M.; NAKANO, H. 6-deoxylludin M, a new antitumor antibiotic: fermentation, isolation and structural identification. (Communications to the Editor) *The Journal Antibiotics*, vol. 20, n. 11, p.1643-1646, 1987.

HERNÁNDEZ, D.; SÁNCHEZ, J.E.; YAMASAKI, K. A simple procedure for preparing substrate for *Pleurotus ostreatus* cultivation. *Bioresource Technology*, v. 90, p. 145-150, 2003.

LAHÓZ, A.; CAETANO, J.R. A China vai conquistar o mundo e sua empresa está na mira. *Exame*, v. 39, n. 9, p.20-35, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4 ed. Brasília: Editora MS, 2005.

JORGE, F.A.S.; FIGUEIREDO, R.W.; CAVALCANTE, C.L. *Processo de algodão*. Disponível em: <<http://aboissa.com.br/algodao/gossipol.htm>>. Acesso em: 22 set. 2007.

JUSTO, M.B.; GUZMÁN, M.G.A.; MEJÍA, E.G.; DÍAZ, C.G. Composición química de três cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, v. 48, n. 4, p. 359-363, 1998.

KAWAI, G.; KOBAYASHI, H.; FUKUSHIMA, Y.; OHSAKI, K. Liquid culture induces early fruiting in shiitake (*Lentinula edodes*). *Mushroom Science*, v. 16 n.2, p. 825-832, 1995.

KALAC, P.; SVOBODA, L. A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry*, v. 69, p. 273-281, 2000.

KEREM, Z.; DANA, F.; HADAR, Y. Lignocellulose degradation during solid-state fermentation: *Pleurotus ostreatus* versus *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and Enviromental Microbiology*, v. 58, n. 4, p. 1121-1127, 1992.

KUNZ, A.; ZAMORA, P.P.; MORAES, S.G. de; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. *Química Nova*, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

KURTZMAN, J.R.H. Mushrooms: single cell protein from cellulose. *Annual Reports on Fermentation Processes*, v. 3, p. 305-339, 1979.

KUTLU, H.R.; GÖRGÜLÜ, M.; BAYKAL, L.; OZCAN, N. Effects of *Pleurotus floripa* inoculation or urea treatment on feeding value of wheat straw. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, v. 24, p. 169-175, 2000.

MADAN M.; SHARMA S.; VASUDEVAN P. Mineral content of *Pleurotus sajor caju* and organic substrates used. *Microbios*, v. 69, p. 113-118, 1992.

MALUF, E. KOLBE, W. *Dados técnicos para a indústria têxtil (Manual)*. São Paulo: Ipt: Abit, 2. ed. 337 p., 2003.

MANGIALARDI, J.G.J.; BAKER, R.V.; VAN DOORN, D.W.; NORMAN, B.M.; SUTTON, R.M. In: ANTHONY, W.S.; MAYFIELD, W.D. Lint cleaning. Washington: USDA, p. 102-119, 1994.

MANZI, P.; GAMBELLI, L. MARCONI, S.; VIVANTI, V.; PIZZOFERRATO, L. Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. *Food Chemistry*, v. 65, p. 477-482, 1999.

MARINO, R.H.; ABREU, L.D.; MESQUITA, J.B.; RIBEIRO, G.T. Crescimento e cultivo de diferentes isolados de *Pleurotus ostreatus* (JACQ.:FR.) Kummer em serragem da casca de coco. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 75, n. 1, p. 29-36, 2008.

MAZIERO, R.; CAVAZZONI, V.; BONONI, V.L.R. Screening of basidiomycetes for the production of exopolysaccharide and biomass in submerged culture. *Revista de Microbiologia*, v. 30, p. 77-84, 1999.

MENDHAM, J.; DENNEY, R.C.; BARNES, J.D.; THOMAS, M.J.K. Vogel: *Análise Química e Quantitativa*. 6º ed. Editora LTC, 488 p., 2002.

MENEZES, F.G. Conhecendo melhor o algodão. *Revista Textília*, n. 43, p. 36-40, 2002.

MILES, P.G.; CHANG, S.T. Biología de las setas: fundamentos básicos y acontecimientos actuales. *Hong Kong: World Scientific*, 133 p. 1997.

MIZUNO, M. Anti-tumor polysaccharides from mushrooms during storage. *Bio Factors*, n. 12, p. 275-281, 2000.

MOREIRA, I.; SARTORI, I.M.; PAIANO, D.; MARTINS, R.M.; OLIVEIRA, G.C. Utilização do farelo de algodão, com ou sem a adição de ferro, na alimentação de leitões na fase inicial (15-30 kg). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 1077-1084, 2006.

MOYSON, A.; VERACHTERT, H. Growth of higher fungi on wheat straw and their impact on the digestibility of the substrate. *Biotechnology*, v. 36, n. 3, p. 421-424, 1991.

NICOLINI, L.; VOLPE, C.; PEZZOTTI, A.; CARILLI, A. Changes in in-vitro digestibility of orange peels e distillery grape stalks after solid-state fermentation by higher fungi. *Bioresource Technology*, v. 45, p. 17-20, 1993.

OSO, B.A. *Pleurotus tuber regium* from Nigéria. *Mycological Society of America*, v. 69, n. 2, p. 271-279, 1977.

ORTEGA, G.M.; MARTINEZ, E.O.; GONZÁLEZ, P.C.; BETANCOURT, D.; OTERO, M.A. Bioconversion of sugar cane crop residues with white-rot fungi *Pleurotus spp.* *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 8, n. 5, p. 402-405, 1992.

ORTEGA, G.M.; MARTINEZ, E.O.; GONZÁLEZ, P.C.; BETANCOURT, D.; OTERO, M.A. Enzyme activities and substrate degradation during white-rot fungi growth on sugar cane straw in a solid state fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 9, n. 5, p. 210-212, 1993.

PAMPLONA, J. Algodão: uma herbácea da qual se aproveitam as folhas, flores, sementes e a casca. *Vida e Saúde*, v. 10, p. 25, 2000.

PASSOS, S.M.G. *Algodão*. Campinas, São Paulo. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 424 p. 1977.

PATRABANSH, S.; MADAN, M. The microbial conversion of different agricultural residues and its biological efficiency. *Acta Biotechnology*, v. 15, n. 1, p. 131-135, 1995.

PATRABANSH, S.; MADAN, M. Studies on cultivation, biological efficiency and chemical analysis of *Pleurotus sajor caju* (Fr.) singer on different bio-wastes. *Acta Biotechnology*, v. 17, n. 2, p. 107-122, 1997,

PEDRA, W.N.; MARINO, R.H. Cultivo axênico de *Pleurotus spp.* em serragem da casca de coco (*cocos nucifera linn.*) suplementada com farelo de arroz e/ou de trigo. *Arquivo do Instituto de Biologia*, v. 73, n. 2, p. 219-225, 2006.

PELCZAR, J.J.M.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. *Microbiologia: conceitos e aplicações*. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 524 p., 1996.

POLINUTRI. *Gossipol: princípio tóxico do algodão*. Disponível em <<http://www.polinutri.com.br>>. Acesso em: 04 set. 2007.

POULIOS, I; AETOPOULOU, I. Photocatalytic degradation of the textile dye reactive orange 16 in the presence of TiO₂ suspensions. *Environmental Technology*, v. 20, p. 479-487, 1999.

RAJARATHNAM, S.; BANO, Z. *Pleurotus* mushrooms. Part III. Biotransformations of natural lignocellulosic wastes: commercial applications and implications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 28, p. 31-113, 1989.

RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKA, M.N.U.; BANO, Z. Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: present and future strategies. *Critical Reviews in Biotechnology*, v. 18, n. 2, p. 91-236, 1989.

RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKA, M.N.U.; BANO, Z. Biopotentialities of Basidiomycetes. *Advances in Applied Microbiology*, vol. 37, p. 233-361. 1992.

RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKA, M.N.U.; BANO, Z. Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: present and future strategies. *Critical Reviews in Biotechnology*, vol. 18, p. 233-361. 1998.

REDDY, G.V.; RAVINDRA BABU, P.; KOMARAIHAH, P.; ROY, K.R.R.M.; KOTHARI, I.L. Utilization of banana waste for the production of lignolytic and cellulolytic enzymes by solid substrate fermentation using two *Pleurotus* species (*P. ostreatus* and *P. sajor caju*). *Process Biochemistry*, v 38, n. 10, p. 1457-1462, 2003.

RORABACHER, D. B. Statistical treatment for rejection of deviant values: critical values of Dixon's "Q" parameter and related and related subrange ratios at the 95% confidence level. *Analytical Chemistry*, v. 63, n. 2, p. 139-146, 1991.

SANTOS, V.M.C.S. *Contribuição ao estudo da produção de Pleurotus spp. Em resíduos lignocelulósicos*. 149 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SCARIOT, M.R.; RAK, L.; COSTA, S.M.G.; CLEMENTE, E. Composição química de cogumelos comestíveis cultivados em resíduo de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). *Acta Scientiarum*, v. 22, p. 317-320, 2000.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F.S.; VARGAS, J.F.M.; ROSSI, P. Valor nutritivo de feno braquiária amonizado com uréia ou inoculado com *Pleurotus ostreatus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 2040-2049, 2003.

SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981.

SILVA, O.R.R.F.; LAMAS, F.M.; FONSECA, R.G.; BELTRÃO, N.E.M. *Destruição dos restos culturais, colheita e beneficiamento do algodoeiro*. Campina Grande: Embrapa Algodão, (Circular Técnica, 99), 2006.

SILVA, O.R.R.F.; SANTANA, J.C.F.; WANDERLEY, M.J.R.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E.M. Conteúdo de sujeira (trash/g) na fibra do algodoeiro, em decorrência da colheita mecanizada, confecção e desmanche dos fardões em lavouras de produção no estado do Mato Grosso. *Congresso Brasileiro do Algodão*. Uberlândia, n. 6, 168 p., 2007(a).

SILVA, E.G.; DIAS, E.S.; SIQUEIRA, F.G.; SCHWAN, R.F. Análise química de corpos frutíferos de *Pleurotus sajor caju* cultivado em diferentes concentrações de nitrogênio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, p. 72-75, 2007(b).

SILVEIRA, M. L. *Comparação entre o desempenho de inoculo sólido e inoculo líquido para o cultivo de Pleurotus ostreatus DSM 1833*. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SILVEIRA, M.L.L.S.; WISBECK, E.; NINOW, J.L.; GERN, R.M.M.; FURLAN, S.A. *Pleurotus* cultivation in submerged culture and nutritional value of fruit bodies cultivated in

solid culture. In: LARROCHE, C.; PANDEY, A.; DUSSAP, C.G. Ed. *Current Topics on Bioprocesses in Food Industry*. Asiatech Publishers, INC. Cap. 16, p. 197-203, 2006.

SINGH, K. Biotransformation of crop residues into animal feed by solid state fermentation. *Journal of Science & Industrial Research*, v. 55, p. 472-478, 1996.

SOUZA, M.R.Q.; CORREIA, M.J. Avaliação da produtividade de uma variedade comercial do cogumelo *Pleurotus ostreatus* na zona da mata do estado de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Biologia*, v. 71, p. 1-749, 2004.

SOUZA FILHO, V.M.; WISBECK, E.; FURLAN, S.A.; GERN, R.M.M. Produção de *Agaricus blazei* a partir do substrato residual de *Pleurotus* spp. *Caderno de Iniciação à Pesquisa da Univille*, v. 9, p. 306-310, 2007.

STURION, G.L. *Utilização da folha de bananeira como substrato para o cultivo de cogumelos comestíveis (Pleurotus spp.)*. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

STURION, G.L.; OETTERER, M. Composição química de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.) originados de cultivos de diferentes substratos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 15, n. 2, p. 189-193, 1995.

STURION, G.L.; RANZANI, M.R.T.C. Composição em minerais de cogumelos comestíveis cultivados no Brasil – *Pleurotus* spp. e outras espécies desidratadas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 50, n. 1, p. 102-108, 2000.

SUKUP, V. A China frente à globalização: desafios e oportunidades. *Revista Brasileira de Política Internacional*, v. 45, n. 2, p. 83-103, 2002.

TORO, G.V.D.; VEGA, R.C.; GARÍN-AGUILAR, M.E.; LARA, L.H. Biological quality of proteins from three strains of *Pleurotus* spp. *Food Chemistry*, v. 94, p. 494-497, 2006.

TUOR, U.; WINTERHALTER, K.; FIECHTER, A. Enzymes of white-rot fungi involved in lignin degradation and ecological determinants for wood decay. *Journal of Biotechnology*, v. 41, p. 1-17, 1995.

UEDA, A. C. *Aplicação de micelas reversas na remoção de corantes têxteis catiônicos*. 70 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

WISBECK, E.; ROBERT, A.P.; FURLAN, S.A. Avaliação da produção de agentes antimicrobianos por fungos do gênero *Pleurotus*. *Revista Saúde e Ambiente*, v. 3, n. 2, p. 7-10, 2002.

WISBECK, E. *Estudo do cultivo submerso de Pleurotus ostreatus DSM 1833 para a produção de biomassa e exopolissacarídeos*. 196 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

WOLFF, E.R.S. *Estudo in vivo da atividade antitumoral de substancias bioativas sintetizadas por Pleurotus ostreatus DSM 1833*. 87 p. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente), Universidade da Região de Joinville, Joinville, 2007.

YILDIZ, A.; KARAKAPLAN, M.; AYDIN, F. Studies on *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) Kum. Var. salignus (Pers. Ex FR.) Konr. et Maubl.: cultivation, proximate composition, organic and mineral composition of carpophores. *Food Chemistry*, v. 61, n. 2, p. 127-130, 1998.

YILDIZ, S.; CAFER, YILDIZ, Ü.C.; GEZER, E.D.; TEMIZ, A. Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. *Process Biochemistry*, v. 38, p. 301-306, 2002.

ZADRAZIL, F.; KURTZMAN, R.H. In: CHANG, S.T.; QUIMIO, T.H. The biology of *Pleurotus* cultivation in the tropics. *Tropical Mushrooms*. Hong Kong: Chinese Univ. Press, 1984.

ZHANG, J.; WANG, G.; LI, H.; ZHUANG, C.; MIZUNO, T.; ITO, H.; SUZUKI, C.; OKAMOTO, H.; LI, J. Antitumor Polysaccharides from a Chinese Mushroom, “Yuhuangmo”, the Fruiting Body of *Pleurotus citrinopileatus*. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, v.7, n.58, p. 1195-1201, 1994.

ZHANG, M.; ZHANG, L.; CHEUNG, P.C.K.; OOI, V.E.C. Molecular weight and anti-tumor activity of the water soluble polysaccharides isolated by hot water and ultrasonic treatment from the sclerotia and mycelia of *Pleurotus tuber-regium*. *Carbohydrate Polymers*, v. 56, n. 2, p.123-128, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1: Dados experimentais

Tabela 6 - Dias desde a inoculação até a colonização, dias desde a inoculação até a colheita, massa úmida, massa seca, rendimento, eficiência biológica e a perda de matéria orgânica para o cultivo de *P. ostreatus* em substrato 1:0 (100% resíduo de fiação) com 20% de inóculo.

Dias da inoculação até a colonização	Dias da inoculação até a colheita	Massa úmida	Massa seca	R (%)	EB (%)	PMO (%)
14	24	78,40	7,36	52,27	4,91	26,14
10	20	87,13	8,05	58,09	5,37	26,34
10	21	81,83	7,63	54,55	5,09	23,72
13	23	76,82	7,60	51,21	5,07	22,20
10	21	96,02	8,60	64,01	5,73	23,48
10	20	95,19	8,20	63,46	5,47	23,99
10	20	81,42	7,67	54,28	5,11	22,43
10	21	73,16	8,14	48,77	5,43	24,53

Tabela 7 - Dias desde a inoculação até a colonização, dias desde a inoculação até a colheita, massa úmida, massa seca, rendimento, eficiência biológica e a perda de matéria orgânica para o cultivo de *P. ostreatus* em substrato 0:1 (100% resíduo de tecelagem) com 20% de inóculo.

Dias da inoculação até a colonização	Dias da inoculação até a colheita	Massa úmida	Massa seca	R (%)	EB (%)	PMO (%)
13	27	99,04	7,47	66,03	4,98	17,09
16	30	103,04	9,94	68,69	6,63	16,98
10	25	81,30	8,03	54,20	5,35	15,45
10	21	46,94	5,15	31,29	3,43	12,84
10	30	96,15	8,33	64,10	5,55	15,17
12	29	82,33	7,9	54,89	5,27	19,24
13	26	87,18	9,16	58,12	6,11	15,24
12	27	85,19	8,00	56,79	5,33	16,00

Tabela 8 - Dias desde a inoculação até a colonização, dias desde a inoculação até a colheita, massa úmida, massa seca, rendimento, eficiência biológica e a perda de matéria orgânica para o cultivo de *P. ostreatus* em substrato (50% resíduo de fiação e 50% de resíduo de tecelagem) com 20% de inóculo.

Dias da inoculação até a colonização	Dias da inoculação até a colheita	Massa úmida	Massa seca	R (%)	EB (%)	PMO (%)
16	27	37,70	4,49	25,13	2,99	14,26
12	23	58,21	5,97	38,81	3,98	13,20
14	25	44,59	5,35	29,73	3,57	12,73
10	22	75,54	8,05	50,36	5,37	20,57
16	30	91,98	9,69	61,32	6,46	21,73
14	25	72,33	7,82	48,22	5,21	17,03
10	21	17,66	2,54	11,77	1,69	16,33
10	20	99,20	8,71	66,13	5,81	21,86

Tabela 9 - Dias desde a inoculação até a colonização, dias desde a inoculação até a colheita, massa úmida, massa seca, rendimento, eficiência biológica e a perda de matéria orgânica para o cultivo de *P. ostreatus* em substrato 2:1 (67% resíduo de fiação e 33% de resíduo de tecelagem) com 20% de inóculo.

Dias da inoculação até a colonização	Dias da inoculação até a colheita	Massa úmida	Massa seca	R (%)	EB (%)	PMO (%)
11	22	72,63	7,42	48,42	4,95	17,46
10	21	63,80	7,12	42,53	4,75	8,32
10	21	80,87	8,20	53,91	5,47	15,85
10	21	89,51	8,99	59,67	5,99	17,06
10	20	78,95	7,48	52,63	4,99	16,07
10	21	76,70	8,23	51,13	5,49	19,95
10	21	73,42	7,92	48,95	5,28	12,63
10	20	40,96	4,80	27,31	3,20	10,30

Tabela 10 - Dias desde a inoculação até a colonização, dias desde a inoculação até a colheita, massa úmida, massa seca, rendimento, eficiência biológica e a perda de matéria orgânica para o cultivo de *P. ostreatus* em substrato 1:2 (33% resíduo de fiação e 67% de resíduo de tecelagem) com 20% de inóculo.

Dias da inoculação até a colonização	Dias da inoculação até a colheita	Massa úmida	Massa seca	R (%)	EB (%)	PMO (%)
10	27	36,02	4,47	24,01	2,98	14,97
10	22	60,38	6,67	40,25	4,45	12,59
10	22	81,53	8,94	54,35	5,96	17,81
15	33	104,11	8,98	69,41	5,99	18,34
10	27	90,30	8,60	60,20	5,73	21,40
13	23	65,88	6,60	43,92	4,40	13,37
11	23	37,32	4,31	24,88	2,87	3,29
10	21	70,19	7,93	46,79	5,29	10,94

Tabela 11 - Dias desde a inoculação até a colonização, dias desde a inoculação até a colheita, massa úmida, massa seca, rendimento, eficiência biológica e a perda de matéria orgânica para o cultivo de *P. ostreatus* em substrato 1:1 (50% resíduo de fiação e 50% de resíduo de tecelagem) com 10% de inóculo.

Dias da inoculação até a colonização	Dias da inoculação até a colheita	Massa úmida	Massa seca	R (%)	EB (%)	PMO (%)
12	23	71,03	7,21	47,35	4,81	21,63
12	23	76,12	7,20	50,75	4,80	22,14
17	28	95,66	8,26	63,77	5,51	20,48
12	23	56,79	6,61	37,86	4,41	20,10
12	23	50,65	5,35	33,77	3,57	16,46
17	22	67,51	6,79	45,01	4,53	19,06
12	29	59,31	5,14	39,54	3,43	18,50
12	23	75,20	7,35	50,13	4,90	18,44

Anexo 2 – Laudo de digestibilidade para o substrato após o cultivo de *P. ostreatus*.

 Freitag LABORATÓRIOS CRQ/SC: 4302 CRF/SC: 3566	<u>Divisão de Água, Alimentos e Efluentes</u> Rua Germano Brandes Sênior, 726 - Timbó/SC Tel/Fax: (47) 3382-0091 - e-mail: fwlab@fwlab.com.br		Adm. Alexandre Rocha Freitag Filho Dra. Elisabeth Reich Freitag Quim. Evandro José Zonta Dr. Guilherme Freitag Dir. Téc. Dr. Mauricio Weingärtner
	<u>Escritório Regional:</u> Caçador - SC - Rua Benjamim Constant, 70 - Sala 201 Tel: (49) 3567-6285 - e-mail: engoeeste@fwlab.com.br		
			www.fwlab.com.br
	Responsável.....: MARCOS HOLTZ Endereço.....: Rua Dona Francisca, 5591 Cidade.....: Joinville CEP.....: 89218-100	Estado.....: SC Telefone...: (47)3435-4165	

CERTIFICADO DE ENSAIO FÍSICO - QUÍMICO

Código da Amostra...: **009-054573**

Tipo de Amostra....: **SUBSTRATO DE ALGODÃO - Amostra "C"**

Método Utilizado...: **Amostra "C" foi seca há 105°C / 24 h**

Data de Recebimento: **12/11/2007**

Data emissão.....: **13/12/2007**

Respons. coleta....: **Cliente**

Digestibilidade em Pepsina

Resultado.....: **67,87** g/100g

Método: Titulometria

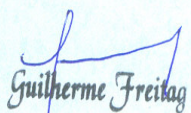
Valor Máximo Permitido: Não há referência

Matéria Orgânica

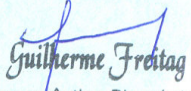
Resultado.....: **89,98** g/100g

Método: Titulométrico

Valor Máximo Permitido: Não há referência


Guilherme Freitag
 Farmacêutico-Bioquímico
 CRF - SC. 6672

Anexo 3 – Laudo de digestibilidade para o substrato antes do cultivo de *P. ostreatus*.

 Freitag LABORATÓRIOS CRQ/SC: 4302 CRF/SC: 3566	<u>Divisão de Água, Alimentos e Efluentes</u> Rua Germano Brandes Sênior, 726 - Timbó/SC Tel/Fax: (47) 3382-0091 - e-mail: fwlab@fwlab.com.br <u>Escritório Regional:</u> Caçador - SC - Rua Benjamim Constant, 70 - Sala 201 Tel: (49) 3567-6285 - e-mail: engeoeste@fwlab.com.br		Adm. Alexandre Rocha Freitag Filho Dra. Elisabeth Reich Freitag Quim. Evandro José Zonta Dr. Guilherme Freitag Dir. Téc. Dr. Mauricio Weingärtner
			www.fwlab.com.br
	Responsável.....: MARCOS HOLTZ Endereço.....: Rua Dona Francisca, 5591 Cidade.....: Joinville CEP.....: 89218-100		Estado.....: SC Telefone...: (47)3435-4165
	CERTIFICADO DE ENSAIO FÍSICO – QUÍMICO		
Código da Amostra...: 009-054570 Tipo de Amostra....: RESÍDUO DE ALGODÃO 4,8% - Amostra "A" Data de Recebimento: 12/11/2007 Data emissão.....: 13/12/2007 Respons. coleta....: Cliente			
Digestibilidade em Pepsina Resultado.....: 89,59 g/100g Método: Titulometria Valor Máximo Permitido: Não há referência			
Matéria Orgânica Resultado.....: 81,02 g/100g Método: Titulométrico Valor Máximo Permitido: Não há referência			
 Guilherme Freitag Farmacêutico-Bioquímico CRF - SC 6672			

Anexo 4 – Laudo de carboidratos, fibra bruta, gordura total, nitrogênio total, proteína bruta, resíduo mineral fixo, valor calórico para o substrato antes do cultivo de *P. ostreatus*.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - CAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES - LABCAL
Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, Florianópolis, SC - Brasil - CEP 88034-001
Fone/fax: (48) 3334-2047 / 3721-5392 / 3721-5391 - E-mail: labcal@cca.ufsc.br



CERTIFICADO DE ENSAIO

Protocolo: 13348 / 2007

Data de Entrada: 12/11/2007

Nome do Produto: **RESÍDUO DE ALGODÃO -AMOSTRA - A**

Data de Fabricação:

Data de Vencimento:

Marca:

Nº do Lote:

N.Amostras: 1

Nº.Unid.Amostrais: 1

Peso/Volume: 0001 amostra

Amostrado e Coletado por: Cliente

Fabricante: MARCOS HOLTZ

Solicitante: MARCOS HOLTZ

Responsável: MARCOS HOLTZ

Av./Rua: Rua D. Francisco, 5591

Complemento:

Bairro: Santo Antonio

CEP: 89219000

Cidade: Joinville

UF: SC

CGC/CPF: 044.112.988-88

Inscrição Estadual:

Observações Gerais:

Enviado por Marcos Holtz, componentes com 4,8 %, 31,4 % e 63,8%

RESULTADOS DE ENSAIOS

FÍSICO-QUÍMICA

Técnico responsável: Patrícia Taha - CRF/SC - 1763

Carboidratos	17,78 g/100g (Método: RDC, nº 360)
Fibra bruta	66,22 g/100g (Método: IAL, p. 136)
Gordura total	2,14 g/100g (Método: IAL, p. 119)
Nitrogênio total	0,70 g/100g (Método: AOAC, nº 991.29)
Proteína	4,40 g/100g (N total X 6,25) (Método: AOAC, nº 991.20)
Resíduo mineral fixo	3,35 g/100g (Método: IAL, p. 105)
Umidade e substâncias voláteis à 105° C	6,11 g/100g (Método: IAL, p. 98)
Valor calórico total	107,98 kcal/100g ou 456,24 kJ/100g (Método: RDC, nº 360)

Metodologia(s):

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of the AOAC International, 18th ed. Maryland: AOAC, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4 ed. Brasília: Editora MS, 2005. 1018 p.

BRASIL. Ministério da Saúde, ANVISA. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. D.O.U. de 26/12/2003. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 2003.

Anexo 5 - Laudo de carboidratos, fibra bruta, gordura total, nitrogênio total, proteína bruta, resíduo mineral fixo, valor calórico para os corpos frutíferos de *P. ostreatus*.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - CAL

LABORATÓRIO DE ANÁLISES - LABCAL

Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, Florianópolis, SC - Brasil - CEP 88034-001

Fone/fax: (48) 3334-2047 / 3721-5392 / 3721-5391 - E-mail: labcal@cca.ufsc.br



CERTIFICADO DE ENSAIO

Protocolo: 13351 / 2007

Data de Entrada: 12/11/2007

Nome do Produto: **COGUMELOS - AMOSTRA - B**

Data de Fabricação:

Data de Vencimento:

Marca:

Nº do Lote:

N. Amostras: 1

Nº. Unid. Amostras: 1

Peso/Volume: 0001 amostra

Amostrado e Coletado por: Cliente

Fabricante: MARCOS HOLTZ

Solicitante: MARCOS HOLTZ

Responsável: MARCOS HOLTZ

Av./Rua: Rua D. Francisco, 5591

Complemento:

Bairro: Santo Antonio

CEP: 89219000

Cidade: Joinville

UF: SC

CGC/CPF: 044.112.988-88

Inscrição Estadual:

Observações Gerais: Enviado por Marcos Holtz - Já foi seca em estufa durante 24h numa temperatura de 40°C

RESULTADOS DE ENSAIOS

FÍSICO-QUÍMICA

Técnico responsável: Patricia Taha - CRF/SC - 1763

Carboidratos	40,02 g/100g (Método: RDC, nº 360)
Fibra bruta	15,52 g/100g (Método: IAL, p. 136)
Gordura total	3,90 g/100g (Método: IAL, p. 119)
Proteína	23,54 g/2100g (N total X 6,25) (Método: AOAC, nº 991.20)
Resíduo mineral fixo	6,44 g/100g (Método: IAL, p. 105)
Umidade e substâncias voláteis à 105° C	10,58 g/100g (Método: IAL, p. 98)
Valor calórico total	289,34 kcal/100g ou 1224,82 kJ/100g (Método: RDC, nº 360)

Metodologia(s):

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of the AOAC International, 18th ed. Maryland: AOAC, 2005.
INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4 ed. Brasília: Editora MS, 2005. 1018 p.
BRASIL. Ministério da Saúde, ANVISA. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional alimentos embalados. D.O.U. de 26/12/2003. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 2003.

Anexo 6 - Laudo de carboidratos, fibra bruta, gordura total, nitrogênio total, proteína bruta, resíduo mineral fixo, valor calórico para o substrato após o cultivo de *P. ostreatus*.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - CAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES - LABCAL

Rod. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, Florianópolis, SC - Brasil - CEP 88034-001
Fone/fax: (48) 3334-2047 / 3721-5392 / 3721-5391 - E-mail: labcal@cca.ufsc.br



CERTIFICADO DE ENSAIO

Protocolo: 13352 / 2007

Data de Entrada: 12/11/2007

Nome do Produto: **SUBSTRATO DE ALGODÃO - AMOSTRA C**

Data de Fabricação:

Data de Vencimento:

Marca:

Nº do Lote:

N. Amostras: 1

Nº. Unid. Amostrais: 1

Peso/Volume: 0001 amostra

Amostrado e Coletado por: Cliente

Fabricante: MARCOS HOLTZ

Solicitante: MARCOS HOLTZ

Responsável: MARCOS HOLTZ

Av./Rua: Rua D. Francisco, 5591

Complemento:

Bairro: Santo Antonio

CEP: 89219000

Cidade: Joinville

UF: SC

CGC/CPF: 044.112.988-88

Inscrição Estadual:

Observações Gerais: Enviado por Marcos Holtz - Amostra C foi seca durante 24h numa temperatura de 105°C

RESULTADOS DE ENSAIOS

FÍSICO-QUÍMICA

Técnico responsável: Patrícia Taha - CRF/SC - 1763

Carboidratos	29,47 g/100g (Método: RDC, nº 360)
Fibra bruta	54,88 g/100g (Método: IAL, p. 136)
Gordura total	1,66 g/100g (Método: IAL, p. 119)
Proteína	6,97 g/100g (N total X 6,25) (Método: AOAC, nº 991.20)
Resíduo mineral fixo	3,54 g/100g (Método: IAL, p. 105)
Umidade e substâncias voláteis à 105° C	3,48 g/100g (Método: IAL, p. 98)
Valor calórico total	160,70 kcal/100g ou 680,90 kJ/100g (Método: RDC, nº 360)

Metodologia(s):

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of the AOAC International, 18th ed. Maryland: AOAC, 2005.
INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4 ed. Brasília: Editora MS, 2005. 1018 p.
BRASIL. Ministério da Saúde, ANVISA. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional alimentos embalados. D O U de 26/12/2003. Brasília: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 2003.

Anexo 7 - Laudo dos minerais para o substrato antes do cultivo de *P. ostreatus*.



<i>Parâmetros</i>	<i>Unidade</i>	<i>Técnica Analítica</i>	<i>Valores Obtidos</i>
<i>Cálcio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>6,296</i>
<i>Magnésio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>4,156</i>
<i>Potássio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>3,975</i>
<i>Sódio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>1,022</i>
<i>Cobre</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,232</i>
<i>Ferro</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,607</i>
<i>Manganês</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,141</i>
<i>Zinco</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,161</i>
<i>Fósforo</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EFAM/Vis</i>	<i>2,085</i>

Cesar Jodas Weber
CRCQ 13200568

Rua Dona Elza Meinert, 900 - Costa e Silva - Cep 89218-650 Joinville - SC
Central de Atendimento: (47) 3026-2063 natriumquimica@natriumquimica.com.br
www.natriumquimica.com.br



<i>Parâmetros</i>	<i>Unidade</i>	<i>Técnica Analítica</i>	<i>Valores Obtidos</i>
<i>Cálcio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,344</i>
<i>Magnésio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>3,03</i>
<i>Potássio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>23,64</i>
<i>Sódio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,560</i>
<i>Cobre</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,011</i>
<i>Ferro</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,079</i>
<i>Manganês</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,0069</i>
<i>Zinco</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,146</i>
<i>Fósforo</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EFAM/Vis</i>	<i>10,00</i>

Cesar Nicolas Weber
CRO 18200588

Rua Dona Elza Meinert, 900 - Costa e Silva - Cep 89218-650 Joinville - SC
Central de Atendimento: (47) 3026-2063 natriumquimica@natriumquimica.com.br
www.natriumquimica.com.br



<i>Parâmetros</i>	<i>Unidade</i>	<i>Técnica Analítica</i>	<i>Valores Obtidos</i>
<i>Cálcio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>4,30</i>
<i>Magnésio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>2,93</i>
<i>Potássio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>2,00</i>
<i>Sódio</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,59</i>
<i>Cobre</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,0049</i>
<i>Ferro</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,27</i>
<i>Manganês</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,0275</i>
<i>Zinco</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EAA</i>	<i>0,196</i>
<i>Fósforo</i>	<i>g/Kg</i>	<i>EFAM/Vis</i>	<i>1,47</i>

Anexo 10 – Autorização da Indústria Têxtil Döhler S.A. pela utilização de duas fotos do processo produtivo.

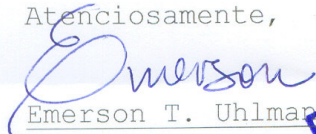


Joinville, 08/07/2008.

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos, que Marcos Holtz, é
nosso funcionário, e que autorizamos a publicação
das 02 fotos relacionadas em seu trabalho.

Atenciosamente,


Emerson T. Uhlmann

Treinamento Dohler S.A

184 683 408/0001-037
DÖHLER S.A.
RUA ARNO W. DÖHLER, 145
DISTRITO INDUSTRIAL - CEP 89219-030
JOINVILLE SC

